

Tutkimushankkeet 2006–2008

S. Salomaa, L. Sirkka (toim.)

Tutkimushankkeet 2006–2008

S. Salomaa, L. Sirkka (toim.)

Tässä raporttisarjassa esitetyt johtopäätökset ovat tekijöiden johtopäätöksiä, eivätkä ne välttämättä edusta Säteilyturvakeskuksen virallista kantaa.

ISBN 978-952-478-377-4 (nid.)

ISBN 978-952-478-378-1 (pdf)

ISSN 0781-1705

Edita Prima Oy, Helsinki 2008

Myynti:

STUK – Säteilyturvakeskus

PL 14, 00881 Helsinki

Puh. (09) 759 881

Faksi (09) 759 88500

SALOMAA Sisko, SIRKKA Liisa (toim.). Tutkimushankkeet 2006–2008. STUK-A230. Helsinki 2008, 165 s.

Avainsanat: säteilysuojelu, ionisoiva säteily, ionisoimaton säteily, terveyshaitat, radioekologia onnettomuusvalmius

Alkusanat

Säteilyturvakeskuksen tutkimustoiminta palvelee koko keskuksen missiota: ihmisen, ympäristön, yhteiskunnan ja tulevien sukupolvien suojelua säteilyn haitallisilta vaikutuksilta. Säteilyturvakeskuksen strategia uusittiin vuonna 2006. Strategian pohjalta laadittu tutkimuksen toimintaohjelma kattaa vuodet 2007–2011. Myös tutkimusorganisaatiota uudistettiin vuonna 2007 paremmin vastaamaan säteilyturvallisuustutkimuksen uusia haasteita. Tähän raporttiin on koottu Säteilyturvakeskuksessa vuosina 2006–2008 meneillään olevat tutkimushankkeet. Lisää tietoa Säteilyturvakeskuksen tutkimuksesta, tutkijoista ja julkaisutoiminnasta löytyy STUKin [www-sivuilta www.stuk.fi](http://www.stuk.fi).

Säteilyturvakeskuksen tutkimustoiminnan keskeisiä alueita ovat säteilyn terveyshaitat, radonin esiintyminen ja torjunta, ympäristötutkimus ja säteilyuhkiin ja onnettomuuksiin varautuminen. Tutkimuksella kehitetään myös säteilyn käytön valvontaa terveydenhuollossa ja ionisoimattoman säteilyn valvontaa sekä kehitetään entistä tarkempia ja luotettavampia mittausmenetelmiä. Vuosina 2006–2008 STUK osallistuu aktiivisesti EU:n tutkimuksen 6. ja 7. puiteohjelmiin. Euratom-ohjelman lisäksi uusia hankkeita on aloitettu myös turvallisuustutkimusta koskevassa Security-ohjelmassa. Vuosina 2006–2010 STUK koordinoi laajaa eurooppalais-kanadalaista integroitua hanketta, joka käsittelee pienten säteilyannosten riskiä (NOTE, Non-targeted effects of ionising radiation).

SALOMAA Sisko, SIRKKA Liisa (eds.). Research projects 2006–2008. STUK-A230. Helsinki 2008, 165 p.

Keywords: radiation protection, ionizing radiation, non-ionizing radiation, health effects, radioecology, emergency preparedness

Foreword

The research conducted by Radiation and Nuclear Safety Authority (STUK) serves the whole organisation's mission: to protect people, society, the environment and future generations from the harmful effects of radiation. The Radiation and Nuclear Safety Authority's strategy was revised on year 2006 and the research agenda prepared on the basis of the strategy covers the years 2007–2011. Also the research organisation was reconstructed on year 2007 in order to better rise to the challenges of radiation safety research. This report summarises STUK's research projects ongoing during years 2006–2008. More information about the research, researchers and publications of Radiation and Nuclear Safety Authority is available at STUK's website: www.stuk.fi.

STUK's main research areas are the health effects of radiation, exposure and prevention of radon, environmental research and preparedness for nuclear and radiation accidents. Also the supervision of the medical use of radiation and non-ionising radiation is supported by research and more accurate and reliable methods of measurements are being developed. During years 2006–2008 STUK is actively participating in the 6th and 7th framework research programmes of EC. In addition to Euratom programme, there are also new projects under the Security programme. During years 2006–2010 STUK coordinates large European-Canadian integrated project on the health effects caused by low-level doses of ionising radiation (NOTE, Non-targeted effects of ionising radiation).

Sisällys

ALKUSANAT	3
FOREWORD	4
1 SÄTEILYN TERVEYSHAITAT	13
1.1 Ympäristöperäinen säteily ja terveys	13
Ultraviolettisäteily ja ihosyöpä (UV-SKIN)	13
Huoneilman radon ja keuhkosityöpä (RADON EPIDEMIOLOGY)	14
Radon ja keuhkosityöpä Suomessa	16
Poronhoitajien syöpävaara (SAAMI)	17
Juomaveden uraanin terveysvaikutukset (JURMU)	18
Juomaveden radioaktiiviset aineet ja syöpävaara (JUORAAS)	19
Baltian Tshernobyl-puhdistustyöntekijöiden syöpävaara	20
Tshernobylin onnettomuus ja kilpirauhassyöpä Suomessa (CHETHY)	21
Tshernobylin laskeuman vaikutus syöpäilmaantuvuuteen (CHEFIN)	22
Euroopan väestön altistuminen säteilylle Tshernobylin onnettomuuden jälkeen	23
Syöpävaara ydinvoimalaitosten ympäristössä (YVY)	24
1.2 Ammatillinen säteily ja terveys	25
Ydintyöntekijöiden syöpävaara (LOWDOSERISK)	25
Lentohenkilöstön syöpävaara ja altistuminen säteilylle	26
Röntgentyöntekijöiden syöpävaara	28
Harmaakaihi radiologeilla ja kardiologeilla (KAIHI)	29
1.3 Lääketieteellinen säteily ja terveys	30
Sädehoitoon liittyvä sarkoomavaara (SARKOOMA)	30
Lasten tietokonetomografioihin liittyvä leukemiavaara (CHILD-MED-RAD)	31
Seulonnan vaikutus rintasyövän ilmaantuvuuteen ja kuolleisuuteen	32
Radiojodihoidon jälkeinen tautiriski	33

1.4	Aivokasvainten syytekijät ja matkapuhelinten terveysvaikutukset	34
	Aivokasvainten syytekijät (INTERPHONE)	34
	Matkapuhelimen käyttäjien terveys -pilottitutkimus (COSMOS)	36
1.5	Kromosomitutkimukset ja yksilöllinen herkkyys	37
	Yksilöllinen herkkyys aivokasvainten etiologiassa (INTERPHONE/NCU)	37
	Biodosimetrian sovellus säteilyonnettomuustilanteissa (BIODOS ja BIOPEX)	38
	Korjausgeeneihin liittyvien polymorfismien vaikutus DNA-vaurion määrään säteilylle altistuneessa väestössä	39
1.6	Epäsuorat soluvaikutukset ja kudosaikutukset	40
	Ionisoivan säteilyn epäsuorat vaikutukset (NOTE)	40
	Säteilyn epäsuorien vaikutusten tutkiminen keinotekoisessa 3D EpiAirway -keuhkoepiteelissä	42
	Klastogeenisten tekijöiden tutkiminen kokeellisesti säteilytetyissä soluissa (CLASTO)	44
	Naapurisoluvaikutuksen matemaattinen mallintaminen	45
	Pienten säteilyannosten vaikutus sydän- ja verisuonitautien syntymekanismeihin (CARDIORISK)	46
	Ionisoivan säteilyn epäsuorat soluvaikutukset – in vitro kudostutkimus (RISC-RAD)	48
1.7	Ionisoimattoman säteilyn vaikutukset solun proteiineihin	49
	Radiotaajuisten sähkömagneettisen kenttien mahdollinen vaikutus veri-aivo-esteen proteiinien ilmenemiseen (BBB-projekti)	49
	Matkapuhelinsäteilyn vaikutus ihmisen ihokudoksen proteiineihin in vivo (HERMO-SKIN)	50
	Radiotaajuisten sähkömagneettisen kenttien aiheuttama proteiinivaste erityyppisissä ihmisen endoteelisoluissa (Aivot-Human EC)	51
	UVA-säteilyn aiheuttama immunosuppressio in vivo	52
2	LUONNONSÄTEILYN ESIINTYMINEN JA TORJUMINEN	53
2.1	Radonin esiintyminen	53
	Valtakunnallinen asuntojen radonpitoisuuden otantatutkimus (VARO)	53

Asuntojen radonkartoitus	54
Päiväkotien radonpitoisuus	55
Koulujen radonkartoitus	56
Radonin hajoamistuotteet ja mallintaminen	57
Uraani ja radon geoympäristössä	58
Asuntojen sisäilman radonpitoisuuteen vaikuttavat tekijät Suomessa	60
Radonatlas	61
Radonkartoitus-projektin erillinen tietohallintohanke (Uusi ART)	62
Vesilaitosvettä käyttävien suomalaisten saama keskimääräinen säteilyannos ^{226}Ra :sta, ^{238}U :sta ja ^{234}U :sta	63
2.2 Radonin torjunta	64
Radontalkoot	64
Radonkorjaukset asunnoissa ja työpaikoilla	66
Radonturvallinen uudisrakentaminen	68
WHO project on Residential Radon Risk	70
Raudan ja mangaanin poistolaitteiden soveltuvuus luonnon radioaktiivisten aineiden poistoon juomavedestä	71
3 YMPÄRISTÖTUTKIMUS	72
3.1 Radioaktiivisten aineiden kulkeutuminen ympäristössä	72
Radioekologian tulevaisuus Euroopassa (FUTURAE)	72
Radioekologian ympäristömallintaminen (EMRAS)	74
Ydinvoimaloiden ^{14}C -päästöt	76
NKS-projekti LUCIA	77
Lannoituksen vaikutus metsien ^{137}Cs -jakaumiin	78
Kestokoealojen neulaset puuston ^{137}Cs :n oton indikaattoreina	79
Laskeuman pitkäaikaisvaikutukset puuston ^{137}Cs -määriin	80
Näytteenoton opas metsien radioekologiseen tutkimukseen (NKS-FOREST)	81
^{90}Sr :n ja ^{241}Am :n aktiivisuus Itämeren sedimenteissä (SRAMI)	82
Yhteenvedo ydinvoimalaitosten vesiympäristötutkimuksista	83
Arktisten alueiden ympäristön seuranta- ja arviointiohjelma AMAP	84
Kosmogeenisten ^7Be :n ja ^{22}Na :n kulkeutuminen ilmakehässä	85

	Radioaktiivisuuspitoisuudet ympäristönäytteissä Venäjän arktisilla merillä	86
	²¹⁰ Po:n ja ²¹⁰ Pb:n käyttäytyminen ja kulkeutuminen ympäristössä	87
	Suomen, Baltian maiden ja Luoteis-Venäjän humuskerroksien ¹³⁷ Cs- ja ¹³⁴ Cs-pitoisuudet	88
	⁹⁰ Sr maito-, laskeuma- ja kasvinäytteissä Pohjois-Suomessa	89
3.2	Elintarvikkeet	90
	Laidunruokinta Tshernobylin onnettomuuden jälkeen 1986	90
	Luonnontuotteiden radioaktiivisuus	91
	¹³⁷ Cs sienissä	92
	Elintarvikkeiden cesiumpitoisuuksien kartoitus paikallisesti kunnissa (PILOT HGCS)	93
	Viljojen radioaktiivisuus – otantatutkimus	94
	Kalojen ¹³⁷ Cs-tulosaineiston analysointi tilastollisin menetelmin	95
	¹³⁷ Cs-pitoisuudet Inarinjärven ja Apukkajärven kaloissa ja vedessä	96
	Poronlihan ¹³⁷ Cs- ja ²¹⁰ Po-pitoisuuksien jakautuminen Suomen paliskunnissa	97
	Poron kesäravintokasvien ¹³⁷ Cs-pitoisuuksien kartoitus Suomen poronhoitoalueella	98
	PARAMeters for ingestion Dose models for NORdic areas (NKS-PARDNOR)	100
3.3	Eliökunnan säteilysuojelu	101
	Filling knowledge gaps in radiation protection methodologies for non-human biota (NKS-GAPRAD)	101
	Environmental Risks from Ionising Contaminants: Assessment and Management (ERICA)	102
	ERICAn soveltaminen eliöiden säteilyannosten arviointiin järviökosysteemeissä	104
4	SÄTEILYUHKIIN JA ONNETTOMUUKSIIN VARAUTUMINEN	105
4.1	Eurooppalainen päätöksenteon tukijärjestelmä ydinonnettomuuksien varalle (EURANOS)	105
	Metsämallin suojaustoimenpiteiden laskennan laajentaminen ja kehittäminen	106

	RODOS-ohjelmiston käytettävyyden parantaminen	107
	Rodos User Group -työryhmä	108
	Säteilymittausten hyödyntäminen mallien kehittämisessä ja operatiivisessa käytössä	109
4.2	Tilannekuvajärjestelmät	110
	LINSSI-tietokannan kehittäminen (LINSSI 2.0)	110
	Karttajärjestelmien hyödyntäminen mittaustulosten reaaliaikaisessa esittämisessä	111
	Keskitetty tietojärjestelmä leviämis- ja annoslaskenta- tulosten hallintaan (KETALE)	112
	Säteilymittausstrategia	113
	Paikkatietoaineiston hyödyntäminen säteilyonnettomuustilanteessa Suomen Lapissa	114
	Radioaktiivinen laskeuma talvella (LUMI)	116
4.3	Säteilysuojelutoimenpiteet	117
	Hoidon suunnittelu säteilyonnettomuuden jälkeen (TIARA)	117
	Pohjoismainen käsikirja rakennetun ympäristön puhdistamiseksi radioaktiivisista aineista (NKS-URBHAND)	118
	Potilaiden luokittelu, seuranta ja hoito -käsikirja väestöä koskevista toimenpiteistä tahallisen säteilyaltistuksen jälkeen (TMT HANDBOOK)	119
4.4	Turvateknologia	120
	Säteilyilmaisimen ja näytteenottoyksikön toteutus lennokkiin	120
	Viranomaisten asiantuntijajärjestelmä säteilyinformaation keräykseen, käsittelyyn ja analyysiin (VASIKKA)	121
	Alfaspektrometrian analyysiohjelmisto	122
	Näytteenottomenetelmä radioaktiivisia aineita sisältäviltä pinnoilta	123
	Xe-isotooppien ydinfysikaaliset ominaisuudet	124
	Radioactive particles in a Nordic context (HOT)	125
	Näytettä tuhoamaton analyysi (PANDA)	126
	Rikastetun ^{113m}Xe -näytteen valmistus ja karakterisointi	127
	Vedenjakelujärjestelmien turvallisuus ja dekontaminointi tahallisen kontaminoinnin jälkeen (SecurEau)	128

5	DOSIMETRIA JA MITTAUSMENETELMÄT	129
5.1	Lääketieteellisen säteilyn dosimetria	129
	Protonien ja raskaiden ionien energianmenetys vedessä	129
	Diagnostisen radiologian dosimetria (IAEA:n oppaan koekäyttö)	130
	Mammografian annosmittausten vertailu ja kehitys	132
	Sädehoidon tasolevyionisaatiokammioiden kalibrointi ⁶⁰ Co-gammasäteilykeilassa	133
5.2	Sisäinen dosimetria	134
	Suorien ihmismittauslaitteistojen matemaattinen kalibrointi	134
	Ihmismittausauton uusiminen	135
	Väestön cesiummäärät ja sisäisen säteilyn aiheuttamat annokset	136
	Ihmisluiden ⁹⁰ Sr- ja ²²⁶ Ra-määritykset	137
	Väestön virtsan ja hiusten uraanipitoisuus (VIHURA)	138
	Suomalaisten virtsan tritiumpitoisuus (VIHURA-TRITIUM)	139
	²¹⁰ Po:n erittyminen virtsaan ja sisäisen säteilyn aiheuttamat annokset	140
5.3	Aktiivisuusmääritykset	142
	²¹⁰ Po:n analysointi selektiivisellä uutolla – menetelmän validointi	142
	Kokonaisalfamäärityksen kalibrointi ja mittausepävarmuuden arviointi	143
	Gammaspektrometrinen ja radiokemiallisten menetelmien validointi ympäristönäytteiden analysoinnissa	144
	¹⁴ C-määrityksen optimointi ympäristönäytteiden analysoinnissa	145
	ADAM-AASIfit-analyysiohjelman validointi vesinäytteiden kokonaisalfa-aktiivisuuksien määrityksessä	146
	²²⁶ Ra- ja ²²⁸ Ra-määritysmenetelmän testaus ympäristönäytteistä	147
	Radontuottomittaus nestetuikemenetelmällä	148
	Veden radonin mittausten menetelmien vertailu	149

5.4	Säteilytyslaitteistot	150
	Kollimoidun α -partikkelilähteen kehittäminen kudosten pistesäteilytyksiä varten STUKiin	150
	Termostaatilla varustetun säteilytysvesihauteen rakentaminen verinäytteille ja soluviljelmille gammasäteilytyksiä varten	152
6	SÄTEILYN KÄYTTÖÖN LIITTYVÄ TUTKIMUS	153
	Lasten röntgentutkimusten säteilyannosten määrittäminen	153
	Tykosädehoidon dosimetrian kehittäminen	154
	IMRT-hoidon annosjakauksen mittausmenetelmien kehittäminen	156
	Henkilökunnan tutkimuskohtaiset säteilyannokset toimenpideradiologiassa	158
	Sidosryhmien osallistuminen radioaktiivista kierrätysmetallia koskevaan päätöksentekoon	159
7	IONISOIMATON SÄTEILY	160
	Laskennallisten SM-kenttien dosimetrian ohjelmistokehitys (EMSOFT)	160
	Matkapuhelinjärjestelmien radiotaajuussäteilyn vaikutukset aivojen sähköiseen toimintaan – altistuslaitteiston kehittäminen (HERMO)	161
	Matkapuhelinsäteilyn vaikutus elävän ihon proteiineihin (HERMO-SKIN, dosimetrinen osuus)	162
	Väestön altistuminen radiotaajuiselle säteilylle – kirjallisuustutkimus	163
	Fysikaalisten hättätehtävien direktiivin jäljitettävät kentänvoimakkuus- ja SAR-mittaukset (EMRP-NIR)	164
	Magneettikenttien turvallisuus sähköjakeluverkon keskuksissa (MF Safety)	165

1 Säteilyn terveyshaitat

1.1 Ympäristöperäinen säteily ja terveys

Ultraviolettisäteily ja ihosyöpä (UV-SKIN)

Tavoite

Tavoitteena on arvioida ultraviolettisäteilyn terveysvaikutuksia

Toteutus

Ekologisella tutkimusasetelmalla kuvattiin väestön altistumista UVR:lle eri aikoina sekä analysoitiin altistuksen suhdetta melanoomailmaantuvuuteen. Historiallisista valokuvista (1920–1995) arvioitiin vaatetuksen peittoastetta ja paljaan ihon osuutta käytettiin aurinkoaltistuksen mittarina. Lisäksi tietoa aurinkolomien määrästä, vuosilomien pituudesta ja aurinkovoidemyyntitas-toista kerättiin eri lähteistä. Bioimpedanssiin perustuvan biofysikaalisen altistusmittauksen käyttökelpoisuutta UV-säteilyn altistusarvioinnissa selvitettiin analysoimalla sekä mittausten toistettavuutta että vertaamalla mittaustuloksia raportoituun altistukseen ja biologiseen (ihon elastiiniosuus) altistusarvioon.

Pirkanmaan syöpäyhdistyksen luomipoliklinikan toiminnan vaikuttavuutta selvitettiin tutkimalla, hakeutuuko luomihuolipoliklinikalle ihosyöpäris-kissä oleva väestö sekä käynnin vaikutusta riskikäyttäytymiseen. Samalla verrat-tiin kampanjan ja rutiinitoiminnan tehokkuutta ihosyöpien havaitsemisessa. Hoitajat tarkastivat ihomuutoksia 10 187 henkilöltä, jotka kävivät Pirkanmaan Syöpäyhdistyksen klinikalla vuosien 1991 ja 2000 välisenä aikana.

Tuloksista tiedottaminen ja tulosten hyödyntäminen

Tulokset raportoidaan tieteellisinä artikkeleina. Tuloksia hyödynnetään kehittä-mällä varhaistoteamisen vaikuttavuuden sekä UV-altistuksen arviointia epide-miologisen tutkimuksen tarpeisiin.

Yhteistyökumppanit

Pirkanmaan syöpäyhdistys, Tampereen yliopisto, Delfin Technologies Ltd (Kuopio) ja Oulun yliopisto.

Aikataulu

2003–2008

Vastuuhenkilö

Anssi Auvinen

Huoneilman radon ja keuhkosyöpä (RADON EPIDEMIOLOGY)

Tavoite

Tavoitteena on huoneilman radonin aiheuttaman keuhkosyöpävaaran aiempaa tarkempi arviointi sekä kansainvälisten tutkimusten yhteisanalyysi. Tavoitteena on lisäksi saada tietoa retrospektiivisen radonmittausmenetelmän (lasimittaus) käytettävyydestä epidemiologisissa tutkimuksissa.

Toteutus

Hanke on kolmentoista eurooppalaisen tapaus-verrokkitutkimuksen yhteisanalyysi. Kootussa aineistossa on tiedot yli 7 000 keuhkosyöpään sairastuneen ja 14 000 terveen, samanikäisen henkilön tupakoinnista ja asuntojen radonpitoisuudesta. Suuri aineisto teki mahdolliseksi erottaa radonin ja tupakoinnin vaikutukset toisistaan. Tämän lisäksi toteutetaan maailmanlaajuinen yhdistetty analyysi.

Retrospektiivissä menetelmässä arvioidaan henkilön pitkäaikainen radonaltistus mittaamalla hänen omistamastaan lasiesineestä ^{210}Po -pitoisuus alfajälki-ilmaisimella. Menetelmän validointia varten 5 maassa on valittu 223 asuntoa (Suomesta 67), joiden radonpitoisuus tunnettiin useamman mittauksen perusteella. Asuntoihin asennettiin kriteerit täyttäviin lasiesineisiin, esim. peiliin, 1–2 alfajälki-ilmaisinta. Tapauksia, joista on näin saatu altistusarviot, on kuudesta maasta yhteensä 700 ja verrokkeja 910 (Suomesta 38 ja 53). STUK on toimitanut tarvittavan tiedon työryhmille. Tulosten analysointia ja julkaisemista johtavat työpakettien johtajat.

Tuloksista tiedottaminen ja tulosten hyödyntäminen

Uuden, tarkan radonin keuhkosyöpävaaraa koskevan riskiarvion perusteella radonin torjuntatoimet voidaan perustella entistä paremmin. Jos retrospektiivinen menetelmä osoittautuu käyttökelpoiseksi, sitä voidaan soveltaa uusissa epidemiologisissa tutkimuksissa. Tulokset julkaistaan kansainvälisissä tieteellisissä lehdissä.

Yhteistyökumppanit

CTSU Cancer Research, Iso-Britannia; University of Oxford, Iso-Britannia; National Radiological Protection Board, Iso-Britannia; Karolinska Institutet, Ruotsi; Statens Strålskyddsinstitutet, Ruotsi; Suomen Syöpärekisteri, GSF, Saksa; Tierärztliche Hochschule Hannover, Saksa; Istituto Superiore della Sanità and Associazione per la Ricerca di Epidemiologia, Italia; Universiteit Gent, Belgia; Institut de Protection et de Sûreté Nucleaire, Ranska; University College Dublin,

Irlanti; Tiroler Landkrankenanstalten Gesellschaft, Itävalta sekä National Radiological Protection Institute, Tsekki.

Aikataulu

2001–2010

Vastuuhenkilö

Anssi Auivnen

Radon ja keuhkosityöpä Suomessa

Tavoite

Tavoitteena on arvioida radonin aiheuttamien keuhkosityöpien vuotuiset lukumäärät viime ja tulevina vuosikymmeninä käyttäen yksinkertaista laskentamallia. Mallin avulla arvioidaan radoniin kohdistuvien vastatoimenpiteiden, kuten radonturvallisen rakentamisen ja radonkorjausten sekä väestön tupakoinnissa tapahtuvien muutosten vaikutus keuhkosityöpien määriin.

Toteutus

Malli perustuu havaittuihin tai ennustettuihin uusien keuhkosityöpien kokonaismääriin. Oletetaan, että radonista aiheutuvien keuhkosityöpien määrään vaikuttavat radonin lisäksi tupakointi ja väestön ikärakenne. Mallilla lasketaan, mikä osuus havaituista keuhkosityöivistä aiheutuu 1) yksinomaan radonista, 2) radonista ja tupakoinnista, 3) pelkästään tupakoinnista ja 4) ei radonista eikä tupakoinnista. Em. keuhkosityöpien lukumäärät lasketaan sekä takautuvasti että niille tuleville vuosille, joille syöpärekisterissä on julkaistu ennusteita keuhkosityöpien lukumäärästä. Edelleen lasketaan radonkorjausten ja radonturvallisen rakentamisen avulla vältettävien keuhkosityöpien määrät, ja verrataan niitä pelkästään tupakoinnin vähentämisellä vältettävien keuhkosityöpien määrään. Tähän käytetään skenaarioita, jotka kuvaavat 1) radonkorjausten ja radonturvallisen rakentamisen vaikutusta radonpitoisuuteen ja 2) tupakoinnissa tapahtuvien muutosten vaikutusta kaikkien keuhkosityöpien määrään. Arviot tehdään myös korkean ja matalan radonpitoisuuden alueille.

Tuloksista tiedottaminen ja tulosten hyödyntäminen

Tuloksista kirjoitetaan artikkeli tieteelliseen lehteen ja STUK-A-sarjan raportti. Tutkimuksen tuottamaa tietoa voidaan käyttää Suomen radonpolitiikan suunnittelussa ja radonviestinnässä.

Yhteistyökumppanit

Syöpärekisteri

Aikataulu

2006–2010

Vastuuhenkilö

Ilona Mäkeläinen

Poronhoitajien syöpävaara (SAAMI)

Tavoite

Poronlihaa runsaasti syövät porotaloutta harjoittavat perheet olivat ilmakehässä 1950–60-luvuilla tehtyjen kokeiden laskeumalle eniten altistunut väestöryhmä. Tavoitteena on selvittää atomipommikokeista tulleen laskeuman radioaktiivisille aineille ravinnon kautta tapahtuvan altistuksen yhteys syöpävaaraan.

Toteutus

Väestörekisterikeskukselta on saatu tiedot kaikista Inarin, Utsjoen, Sodankylän, Enontekiön ja Petsamon kunnissa koskaan syntyneistä (n = 36 461). Syöpärekisteristä poimitaan näillä henkilöillä diagnosoidut syövät ja niitä verrataan Oulun miljoonapiirin syöpäilmaantuvuuksiin. Tilastokeskuksesta on saatu poroammatteja koskevat tiedot. STUKissa arvioidaan kumulatiivinen säteilyannos 1950-luvulta lähtien suomalaisille poronhoitajille ja muille lappilaisille. Aineisto yhdistetään Norjan ja Ruotsin vastaavaan aineistoon.

Tuloksista tiedottaminen ja tulosten hyödyntäminen

Tulokset raportoidaan tieteellisinä artikkeleina. Tutkimus tuottaa tietoa kansalaisten ja päättäjien käyttöön selvittämällä sisäisen säteilyn terveysvaikutuksia.

Yhteistyökumppanit

Suomen Syöpärekisteri; Södra Lapplands Forskningsenhet, Ruotsi; Kreftregisteret, Norja ja Statens Strålevern, Norja.

Aikataulu

1999–2009

Vastuuhenkilö

Päivi Kurttio

Juomaveden uraanin terveysvaikutukset (JURMU)

Tavoite

Etenkin eteläisen Suomen graniittialueiden porakaivovesistä on mitattu erittäin korkeita uraanipitoisuuksia. Ne johtuvat luonnon uraanirikkaista mineraaleista ja veden ominaisuuksista, jotka lisäävät uraanin liukoisuutta veteen. Uraanilla on muiden raskasmetallien tavoin toksisia ominaisuuksia. Tavoitteena on juomaveden uraanin toksisten vaikutusten selvittäminen sekä uraani-altistumisen biologisen monitoroinnin kehittäminen.

Toteutus

Tutkimuksessa selvitetään uraanille altistumista, altistumiseen mahdollisesti liittyviä muutoksia munuaisten toiminnassa ja luuston metaboliassa, juomaveden kautta uraanille altistuvilla eteläsuomalaisilla porakaivoveden käyttäjillä. Uraanin isotooppien suhdetta ($^{234}\text{U}/^{238}\text{U}$) käytetään uraani-altistumisen lähdettä jäljitettäessä.

Tuloksista tiedottaminen ja tulosten hyödyntäminen

Tulokset raportoidaan tieteellisinä artikkeleina. Tulokset ovat tärkeitä mm. uraanin altistusrajojen asettamisen kannalta.

Yhteistyökumppanit

Kansanterveyslaitos/ Ympäristöterveys, Tampereen yliopistollinen sairaala, Turun yliopistollinen sairaala ja Nuclear Research Center, Negev, Department of Analytical Chemistry, Beer-Sheva, Israel.

Aikataulu

1999–2009

Vastuuhenkilö

Päivi Kurttio

Juomaveden radioaktiiviset aineet ja syöpävaara (JUORAAS)

Tavoite

Maaperän luonnollisten radioaktiivisten aineiden pitoisuus on Suomessa varsin korkea ja pohjaveden ominaisuuksien takia liukoisuus veteen suuri. Tämän vuoksi suomalaisissa porakaivoissa tavataan huomattavan korkeita radioaktiivisten aineiden, kuten radonin ja uraanin, pitoisuuksia. Tutkimuksen tavoitteena oli sisäisen altistuksen aiheuttaman syöpävaaran arviointi.

Toteutus

Tutkimusväestö koostui suomalaisista, jotka olivat käyttäneet porakaivoa juomavesilähteenä ainakin ennen vuotta 1980. Tässä joukossa todettujen syöpätapausten porakaivoveden radioaktiivisten aineiden pitoisuuksia verrattiin muiden porakaivovesien pitoisuuksiin. Tutkimukseen valittiin kaikki porakaivonkäyttäjillä todetut leukemiat sekä maha-, virtsarakko- ja munuaissyöpätapaukset vuosilta 1981 – 1995 sekä vertailuhenkilöt, joiden käyttämästä kaivosta saatiin vesinäyte. Kyseessä oli tapaus-kohortti tutkimus.

Tuloksista tiedottaminen ja tulosten hyödyntäminen

Tuloksia hyödynnetään arvioitaessa juomaveden luonnollisten radioaktiivisten aineiden aiheuttamaa syöpävaaraa Suomessa sekä suomalaisten kokonaisaltistumista juomaveden epäpuhtauksille.

Yhteistyökumppanit

Syöpärekisteri, Kansanterveyslaitos/ Ympäristöterveys ja Geologian tutkimuskeskus.

Aikataulu

1996 – 2006

Vastuuhenkilö

Päivi Kurttio

Baltian Tshernobyl-puhdistustyöntekijöiden syöpävaara

Tavoite

Baltian maista lähetettiin yhteensä noin 15 000 työntekijää Tshernobylin onnettomuuden jälkeen puhdistustyöhön alueelle. Tutkimuksen tavoitteena on Tshernobylin onnettomuuden aiheuttamien terveysvaikutusten arviointi.

Toteutus

Syöpäilmaantuvuutta seurataan kansallisten syöpärekisterien kautta. Leukemian, kilpirauhassyövän ja muiden säteilyyn liittyvien syöpien ilmaantuvuutta verrataan muuhun väestöön. Virolaisia puhdistustyöntekijöitä koskeva analyysi on julkaistu aiemmin. Jatkotutkimuksena tehdään yhdistetty analyysi kaikkien kolmen Baltian maan puhdistustyöntekijöistä.

Tuloksista tiedottaminen ja tulosten hyödyntäminen

Tuloksia hyödynnetään Tshernobylin onnettomuuden aiheuttamien terveysvaikutusten seurannassa ja ne raportoidaan tieteellisinä artikkeleina.

Yhteistyökumppanit

Viron kansanterveysinstituutti, Latvian syöpärekisteri, Suomen Syöpärekisteri ja Yhdysvaltain Kansallinen Syöpäinstituutti.

Aikataulu

1992–2007

Vastuuhenkilö

Anssi Auvinen

Tshernobylin onnettomuus ja kilpirauhassyöpä Suomessa (CHETHY)

Tavoite

Tshernobylin onnettomuuden laskeuman mukana Suomeen kulkeutui myös pieniä määriä radioaktiivista jodia. Tavoitteena on analysoida kilpirauhassyöpiä Suomessa eri annosalueilla ennen Tshernobylin onnettomuutta ja sen jälkeen.

Toteutus

Onnettomuushetkellä alle 20 vuoden ikäiset suomalaiset jaettiin kahteen ryhmään Tshernobylin onnettomuudesta johtuvan lasten kilpirauhasten säteilyannosarvion perusteella. Kilpirauhassyövän ilmaantuvuutta verrattiin altistusryhmien välillä. Vähemmän laskeumaa tuli Pohjois-Suomeen ja enemmän Etelä- ja Länsi-Suomeen. Tutkimuksessa selvitettiin kilpirauhassyöpien ilmaantuvuutta näillä kahdella alueella ennen Tshernobylin onnettomuutta (1970–1985) ja onnettomuuden jälkeen (1991–2003).

Tuloksista tiedottaminen ja tulosten hyödyntäminen

Tuloksia hyödynnetään Tshernobylin onnettomuuden aiheuttamien terveysvaikutusten seurannassa palvellen päättäjien ja kansalaisten tiedontarvetta ja ne on julkaistu artikkelina.

Yhteistyökumppanit

Suomen Syöpärekisteri

Aikataulu

2001–2006

Vastuhenkilö

Päivi Kurttio

Tshernobylin laskeuman vaikutus syöpäilmaantuvuuteen (CHEFIN)

Tavoite

Tavoitteena on selvittää Tshernobylin onnettomuuden vaikutuksia syöpäilmaantuvuuteen Suomessa.

Toteutus

Aineisto koostuu kaikista suomalaisista, jotka asuivat samassa osoitteessa toukokuusta 1986 huhtikuuhun 1987. Altistumisarviot perustuvat Tshernobylin onnettomuuden jälkeen STUKissa vuosina 1986–1987 tehtyihin ¹³⁷Cs-ympäristömittauksiin. Aineistot saadaan Väestörekisterikeskuksesta, Tilastokeskuksesta sekä Syöpärekisteristä. Hankkeen ensimmäinen osa on rekisteripohjainen kohorttitutkimus ja annosvaste arvioidaan säteilyyn liittyville syöpätyypeille. Toisessa osassa arvioidaan säteilyn mahdollisia vaikutuksia syövän synnyn loppuvaiheeseen, eli promootiovaiheeseen. Tätä hypoteesia selvitetään kokonaissyövän ilmaantuvuustarkastelulla eri ajanjaksoina.

Tuloksista tiedottaminen ja tulosten hyödyntäminen

Tuloksia hyödynnetään Tshernobylin onnettomuuden aiheuttamien terveysvaikutusten seurannassa palvellen päättäjien ja kansalaisten tiedontarvetta ja raportoidaan tieteellisinä artikkeleina.

Yhteistyökumppanit

Kansanterveyslaitos, Kuopion yliopisto ja Suomen Syöpärekisteri.

Aikataulu

2007–2010

Vastuuhenkilö

Päivi Kurttio

Euroopan väestön altistuminen säteilylle Tshernobylin onnettomuuden jälkeen

Tavoite

Kansainvälisen syöväntutkimuslaitoksen johtamassa hankkeessa arvioitiin Tshernobylin onnettomuuden vaikutusta eurooppalaisten säteilyannokseen.

Toteutus

Euroopan valtioiden väestöille arvioitiin onnettomuudesta johtuva keskimääräinen säteilyaltistuminen. Annosarviot perustuivat tieteellisiin julkaisuihin sekä eri maiden asiantuntijoiden arvioihin.

Tuloksista tiedottaminen ja tulosten hyödyntäminen

Tuloksia hyödynnetään Tshernobylin onnettomuuden aiheuttaman altistumisen seurannassa palvellen päättäjien ja kansalaisten tiedontarvetta ja raportoidaan tieteellisenä artikkelina.

Yhteistyökumppanit

International Agency for Research on Cancer IARC

Aikataulu

2006–2007

Vastuuhenkilö

Taina Ilus

Syöpävaara ydinvoimalaitosten ympäristössä (YVY)

Tavoite

Tavoitteena on selvittää, onko leukemian ja muiden syöpien ilmaantuvuus suurentunut Loviisan ja Olkiluodon ydinvoimaloiden ympäristössä ydinvoimaloiden käynnistymisen jälkeen sekä sitä, onko leukemian esiintyminen näillä alueilla yhteydessä voimaloiden läheisyyteen tai ydinvoimaloissa säteilyseurannan alaisissa tehtävissä työskentelyyn. Erityinen mielenkiinto kohdistuu ydinvoimaloiden välittömään läheisyyteen.

Toteutus

Rekisteripohjaisen tutkimusaineiston muodostavat Loviisan, Olkiluodon/Eurajoen, Askolan ja Rauman kunnissa diagnosoidut syöpätapaukset ja heille sukupuolen, syntymävuoden ja asuinkunnan perusteella kaltaistetut verrokkit (Väestörekisterikeskuksesta). Tapauksille ja verrokeille haetaan tiedot asuinpaikan koordinaateista sekä ammattialtistusrekisteristä tiedot omasta tai vanhempien työskentelystä ydinvoimaloissa. Kohorttianalyyseissä verrataan tapausten ilmaantuvuutta muun maan ilmaantuvuuteen. Tapauserrokkitutkimuksessa selvitetään asuinpaikan etäisyyden sekä oman tai vanhempien työskentelyn vaikutusta ilmaantuvuuteen.

Tuloksista tiedottaminen ja tulosten hyödyntäminen

Tulokset raportoidaan tieteellisinä artikkeleina. Projekti tuottaa tietoa ydinvoimaloiden mahdollisista vaikutuksista lähiympäristön leukemia- ja kokonaissyöpäilmaantuvuuteen ja palvelee kansalaisten tiedontarvetta. Asialla on yhteiskunnallista mielenkiintoa, eikä sitä ole aikaisemmin Suomessa tutkittu.

Yhteistyökumppanit

Syöpärekisteri ja Kansanterveyslaitos.

Aikataulu

2006–2009

Vastuuhenkilö

Sirpa Heinävaara

1.2 Ammatillinen säteily ja terveys

Ydintyöntekijöiden syöpävaara (LOWDOSERISK)

Tavoite

Tutkimuksen tavoitteena on selvittää pienten, toistuvien säteilyannosten aiheuttaman syöpävaaran aiempaa tarkempaa riskiarviota.

Toteutus

Kansainvälisen syöväntutkimuskeskuksen IARCin koordinoimassa 15 maan yhteistutkimuksessa seurattiin työssään ionisoivalle säteilylle altistuneiden ydintyöntekijöiden syöpäkuolleisuutta. Seurantatutkimus kattoi yhteensä yli 400 000 ydinlaitosten työntekijää 154 laitoksella 15 maassa. Tutkimuksessa mukana olleista työntekijöistä noin 200 henkilöä kuoli leukemiaan ja 6 500 muihin syöpiin. Suomalaisia tutkimusjoukossa oli noin 6 800 henkilöä ja heistä 33 kuoli syöpään. Suurin osa laitoksista oli ydinvoimalaitoksia, mutta joukossa oli myös tutkimusreaktoreita, jälleenkäsittelylaitoksia ja isotooppien tuotantolaitoksia. Molempien kotimaisten ydinvoimalaitosten sekä Otaniemen tutkimusreaktorin työntekijöitä oli tutkittavien joukossa. Ensimmäiset työntekijät olivat 1940–50-lukujen Pohjois-Amerikan ja Iso-Britannian ydinlaitoksilta. Myös muita kuin syöpäsairauksia seurataan. Tavoitteena on jatkaa sairauksien ilmaantuvuuksien ja kuolleisuuden seuranta kohortissa.

Tuloksista tiedottaminen ja tulosten hyödyntäminen

Tulokset raportoidaan tieteellisinä artikkeleina ja ne lisäävät tietojamme pienten säteilyannosten aiheuttamista riskeistä.

Yhteistyökumppanit

International Agency for Research on Cancer, WHO; Suomen Syöpärekisteri, National Radiological Protection Board, Iso-Britannia; Consejo de Seguridad Nuclear, Espanja; University of Mainz, Saksa; U.S. National Cancer Institute, Yhdysvallat; Institut Gustave-Roussy, Ranska; Institut de Radioprotection et de Sûreté Nucléaire, Ranska; Australian Nuclear Science and Technology Organisation, Australia; Nuclear Research Center SCK-CEN, Belgia; Federal Office of Public Health, Sveitsi sekä Radiation Effects Association, Japani.

Aikataulu

2003–2007, seurantatutkimus suunnitteilla

Vastuuhenkilö

Anssi Auvinen

Lentohenkilöstön syöpävaara ja altistuminen säteilylle

Tavoite

Tutkimuksen tavoitteena on arvioida lentohenkilöstön syöpävaaraa sekä kehittää kosmisen säteilyn altistumisarviointimenetelmiä.

Toteutus

Kosmisen säteilyaltistuksen arvioimiseksi on kehitetty kaksi erilaista menetelmää. Toisessa käytetään hyväksi matkustamohenkilöstön itsensä ilmoittamia lentomääriä ja toisessa on kerätty reittitietoja eri maiden lentoyhtiöiden aikatauluista. Aikatauluista kerättiin viiden vuoden välein (1960–1995) tiedot reittijakaumasta, lentokonetyypistä ja lentoreitin profilista. Jokaiselle reitille laskettiin annos saksalaisen GSF:n kehittämällä EPCARD-ohjelmistolla. Lisäksi kerättiin tietoa lentohenkilöstön määrästä konetyypeittäin sekä kokonaishenkilöstömääristä eri aikakausina. Näitä tietoja hyödyntäen laskettiin vuosiannos yhtä matkustamohenkilöstön jäsentä kohden. Finnairilta kerättiin tietoja myös uran aloitus- ja lopetusajankohdista. Yhdistämällä uratieto ja vuosittainen annos laskettiin koko uralle kumulatiivinen annos. Kumulatiivinen annos laskettiin 1 289 Finnairin matkustamotyöntekijälle, joiden palvelusaika kesti vähintään vuoden ja osui vuosien 1958 ja 1997 välille. Tätä annosarviointimenetelmää käytetään myös SAS- ja Icelandair-yhtiöille yhdistetyssä pohjoismaisessa syöpäilmaantuvuustutkimuksessa.

Tutkimuksessa arvioidaan myös altistumista tunnetuille rintasyövän riskitekijöille (esim. hormonaaliset tekijät), ja selvitetään niiden sekä ammatti-altistuksen osuutta (kosminen säteily, jet lag) rintasyöpäriskiin. Suurentuneen ihosyöpäriskin syiden selvittämiseksi on tehty kysely UV-altistuksen kartoittamiseksi sekä matkustamohenkilökunnalle että väestöotokselle.

Tuloksista tiedottaminen ja tulosten hyödyntäminen

Tulokset raportoidaan tieteellisinä artikkeleina ja väitöskirjana ja niitä hyödynnetään kosmisen säteilyn aiheuttamien terveysvaikutusten seurannassa sekä ammattialtistuksen merkityksen selvittämisessä syöpävaaran kannalta.

Yhteistyökumppanit

Suomen Syöpärekisteri; Tampereen yliopisto; Karolinska Institut, Ruotsi; Norwegian Radiation Protection Authority, Norja sekä Danish Cancer Society, Tanska.

Aikataulu

2003–2009

Vastuuhenkilö

Anssi Auvinen

Röntgentyöntekijöiden syöpävaara

Tavoite

Tutkimuksen tavoitteena on selvittää lääketieteellisen säteilyn käytön yhteydessä ammatillisesti altistuneiden työntekijöiden syöpävaaraa.

Toteutus

STUKin annosrekisteristä identifioitiin 1 312 annosseurannassa ollutta lääkäriä. Heistä 1 029 oli saanut kirjauskynnyksen ylittäneitä annoksia ja puolella työuran aikana saatu säteilyannos oli alle 1 mSv. Kirjauskynnyksen ylittäneiden lääkäreiden uransa aikana saman annoksen keskiarvo oli noin 12 mSv. Vertailuryhmä muodostettiin muista lääkäreistä. Syöpärekisterin tietojen perusteella syöpäilmaantuvuus oli muun väestön tasolla molemmissa lääkäriryhmissä 10 vuoden seurannassa. Vastaava analyysi tehdään röntgenhoitajista.

Tuloksista tiedottaminen ja tulosten hyödyntäminen

Tutkimus tuottaa tietoa päättäjien ja kansalaisten tarpeisiin. Tulokset raportoidaan tieteellisinä artikkeleina ja niitä hyödynnetään ammatillisen altistuksen terveysvaikutusten seurannassa.

Yhteistyökumppanit

Syöpärekisteri, Tampereen yliopisto, Työterveyslaitos ja TAYS.

Aikataulu

2007–2010

Vastuuhenkilö

Anssi Auvinen

Harmaakaihi radiologeilla ja kardiologeilla (KAIHI)

Tavoite

Tavoitteena on selvittää, onko Suomessa työssään altistuneilla radiologeilla ja kardiologeilla säteilyn aiheuttamia samentumia silmän linssissä.

Toteutus

Altistunut ryhmä koostuu niistä lääkäreistä, jotka ovat ammattialtistusrekisterin mukaan saaneet työssään suurimmat säteilyannokset. Vertailuryhmä muodostetaan lääkäreistä, jotka eivät ole olleet annosseurannassa. Tämä ryhmä koostuu saman ikäisistä lääkäreistä ja on sukupuolijakaumaltaan vertailukelpoinen. Tutkimushenkilöille tehdään silmätutkimukset HUSissa. Tutkimuksessa tarvitaan tietoja myös muista samentumien esiintymiseen vaikuttavista tekijöistä. Näitä ovat ainakin UV-altistus, taittoviati (erityisesti myopia), sukuanamneesi sekä sairaudet ja lääkitykset (erityisesti diabetes, kihti, sydän- ja verisuonitaudit, silmävammat sekä steroidien käyttö). Nämä tiedot kerätään kyselylomakkeella.

Asiaa selvitetään myös rekisteritutkimuksen avulla eli keräämällä STAKESin hoitoilmoitusrekisteristä tiedot altistuneille ja altistumattomille lääkäreille tehdyistä kaihileikkauksista.

Tuloksista tiedottaminen ja tulosten hyödyntäminen

Tutkimus tuottaa tietoa päättäjien ja kansalaisten tarpeisiin. Tulokset raportoidaan tieteellisinä artikkeleina ja niitä hyödynnetään ammatillisen altistuksen terveysvaikutusten seurannassa.

Yhteistyökumppanit

HUS silmäklinikka, prof. Tero Kivelä, työterveyslääkäri Pirkko Jartti.

Aikataulu

2006–2010

Vastuuhenkilö

Anssi Auvinen

1.3 Lääketieteellinen säteily ja terveys

Sädehoitoon liittyvä sarkoomavaara (SARKOOMA)

Tavoite

Tutkimuksen tarkoituksena on tarkastella luu- ja pehmytkudossarkoomien sekä angiosarkoomien eli verisuonisarkoomien ilmaantumista sädehoidetuilla henkilöillä.

Toteutus

Tutkimusaineisto kerättiin Suomen Syöpärekisteristä ja kohorttiin sisällytettiin kaikki vuosina 1953–2003 eturauhassyöpään, keuhkosityöpään, kohdunkaulan tai kohdunrungan syöpään, munasarjasyöpään, peräsuolen syöpään, rintasyöpään tai lymfoomaan sairastuneet henkilöt (lähes 300 000 syöpäpotilasta). Seurannassa poimittiin kohorttihenkilöille ilmaantuneet luu- ja pehmytkudos-sarkoomat sekä angiosarkoomat.

Tuloksista tiedottaminen ja tulosten hyödyntäminen

Tulokset raportoidaan tieteellisinä artikkeleina ja ne lisäävät tietojamme sädehoitoon liittyvästä sarkoomariskistä.

Yhteistyökumppanit

Syöpärekisteri ja Tampereen yliopisto.

Aikataulu

2004–2007

Vastuuhenkilö

Anssi Auvinen

Lasten tietokonetomografioihin liittyvä leukemiavaara (CHILD-MED-RAD)

Tavoite

Tietokonetomografiakuvaukset (TT) ovat yleistyneen viime vuosina. Potilaille niistä kuitenkin aiheutuu muita röntgentutkimuksia suurempi säteilyannos. Teoreettisten riskilaskelmien mukaan etenkin lapsilla kuvauksista johtuvat terveyshaitat saattavat olla merkittäviä. Pilottitutkimuksen tavoitteena on selvittää mahdollisuuksia käynnistää epidemiologinen tutkimus tietokonetomografioiden vaikutuksesta lasten leukemian vaaraan.

Toteutus

STUK osallistuu eurooppalaiseen pilottihankkeeseen, missä selvitetään tietokonetomografiakuvauksia ja lasten syöpävaaraa käsittelevän epidemiologisen tutkimuksen toteutettavuutta sekä sitä, millaisia tietoja on saatavissa eri lähteistä ja mikä on olemassa olevien rekistereiden hyödynnettävyys. Elinannoksen suuruuden arviointiin tarvitaan yksityiskohtaisia tietoja tutkimusprotokollista sekä laitteen ja potilaan ominaisuuksista.

Tuloksista tiedottaminen ja tulosten hyödyntäminen

Tulokset raportoidaan tieteellisinä artikkeleina ja ne lisäävät tietojamme mahdollisista tietokonetomografioihin liittyvistä terveysriskeistä. Tuloksia hyödynnetään myös STUKin omassa valvontatoiminnassa.

Yhteistyökumppanit

Tampereen yliopisto; International Agency for Research on Cancer IARC, WHO; Institute of Cancer Epidemiology, Danish Cancer Society, Tanska; Department of Medicine, Karolinska Institute, Ruotsi; sekä Cancer Registry of Norway, Norja.

Aikataulu

2007–2010

Vastuuhenkilö

Anssi Auvinen

Seulonnan vaikutus rintasyövän ilmaantuvuuteen ja kuolleisuuteen

Tavoite

Projektin tavoitteena on tarkastella rintasyövän seulontaohjelman sekä sen muutosten vaikutusta rintasyöpäkuolleisuuteen. Projektissa tarkastellaan myös, voiko kliinisellä aineistolla ennustaa rintasyöpäkuolleisuutta.

Toteutus

Aineisto sisältää kuntakohtaiset, kalenteri- ja ikävuosittaiset rintasyöpäseulontojen kutsuntatiedot vuosilta 1987–2001. Lisäksi käytettävissä on aineisto rintasyöpään sairastuneista naisista, heidän rintasyöpänsä levinneisyydestä ja eloonjäämisestä vuoden 2003 loppuun asti. Aineisto sisältää myös Tampereen seudulla 1996–1997 rintasyöpään diagnosoitujen naisten syöpärekisteri- ja kliiniset tutkimustiedot.

Tuloksista tiedottaminen ja tulosten hyödyntäminen

Tulokset raportoidaan tieteellisinä artikkeleina ja väitöskirjana. Projektin tuottaa tietoa rintasyöpäseulonnan ja sen mahdollisten muutosten vaikutuksesta rintasyövän ilmaantuvuuteen ja kuolleisuuteen. Projektin tulokset tukevat rintasyöpäseulontojen laajuudesta käytävää keskustelua. Lisäksi saadaan lisätietoa kliinisten tutkimustietojen tarpeellisuudesta eloonjäämisennusteita tehtäessä.

Yhteistyökumppanit

Syöpärekisteri

Aikataulu

2004–2008

Vastuuhenkilö

Sirpa Heinävaara

Radiojodihoidon jälkeinen tautiriski

Tavoite

Tavoitteena on lisätä tietoa radiojodihoidon haittavaikutuksista.

Toteutus

Tutkimuksen aineisto koostui noin 2 800 kilpirauhasen liikatoiminnan vuoksi Tampereen yliopistollisessa sairaalassa radiojodihoitoa saaneesta potilaasta ja samasta määrästä vertailuhenkilöitä. Heidän kuolleisuuttaan seurattiin keskimäärin 9 vuoden ajan. Syöpäilmaantuvuuttaan seurattiin keskimäärin 11 vuoden ajan. Sairauksien ilmaantuvuutta tutkittiin keräämällä tiedot sairaalahoidoista STAKESin ylläpitämästä hoitoilmoitusrekisteristä.

Tuloksista tiedottaminen ja tulosten hyödyntäminen

Tulokset raportoidaan tieteellisinä artikkeleina.

Yhteistyökumppanit

Tampereen yliopistollinen sairaala TAYS

Aikataulu

2006–2007

Vastuuhenkilö

Anssi Auvinen

1.4 Aivokasvainten syytekijät ja matkapuhelinten terveysvaikutukset

Aivokasvainten syytekijät (INTERPHONE)

Tavoite

Tutkimuksen tarkoituksena on selvittää matkapuhelimen käytön ja röntgen-tutkimusten vaikutus aivokasvainten vaaraan.

Toteutus

Kyseessä on kansainvälinen yhteistutkimus, joka mahdollistaa jopa 5 000 kasvaimen ja yhtä monen verrokin yhteisanalyysin ja siten huomattavasti tarkemman riskinarvion kuin missään yksittäisessä tutkimuksessa.

Suomessa yliopistollisten sairaaloiden neurokirurgian klinikoissa haastateltiin uudet aivokasvaintapaukset vuosina 2000–2002. Samanlainen haastattelu tehtiin Väestörekisteristä satunnaisesti valituille verrokeille. Haastattelussa kerättiin tiedot mm. matkapuhelimen käytöstä, röntgentutkimuksista ja ammattitaiduksista. Elintapoja koskevat tiedot kerättiin 563 tapaukselta ja 2600 verrokilta haastattelemalla.

Tutkimuksessa kuvataan pahanlaatuisten hermokudoskasvainten jakautumista aivojen eri osiin. Tutkimuksessa selvitetään, sijaitsevatko matkapuhelimen aiheuttamalle paikalliselle sähkömagneettikentälle altistuneiden glioomakasvaimet lähempänä kentän aiheuttamaa altistuskohtaa kuin altistumattomien kasvaimet.

Tavoitteena on identifioida ja kvantifioida matkapuhelimen käyttöön liittyvien epidemiologisten tutkimusten virhelähteitä eli valikoitumisharhaa, informaatioharhaa, mittausvirhettä ja virheluokitusta. Näiden perusteella voidaan tehdä sensitiivisyysanalyysi ja korjata tarvittaessa riskiarviota jo analyysivaiheessa. INTERPHONE-tutkimuksessa käytettyjä matkapuhelimen käyttöön liittyviä kysymyksiä validoitiin vertaamalla annettuja vastauksia matkapuhelinoperaattoreilta saatuihin tietoihin sekä tietoihin, jotka saatiin käytön tallentavasta puhelimesta.

Tutkimuksessa selvitetään myös yksilölliseen herkkyyteen vaikuttavien geenien merkitystä aivosyövän etiologiassa.

Tuloksista tiedottaminen ja tulosten hyödyntäminen

Tuloksista kirjoitetaan kansainvälisiä tieteellisiä artikkeleita, väitöskirja sekä pro gradu -tutkielma. Tutkimus lisää tietoa aivokasvainten ja matkapuhelinten välisestä yhteydestä sekä aivokasvainten muista kuin säteilyyn liittyvistä syytekijöistä.

Yhteistyökumppanit

Emil Aaltosen Säätiö, Suomen Akatemia, Kansanterveyden tutkijakoulu DPPH, Helsingin, Tampereen, Turun, Oulun ja Kuopion yliopistollisten sairaaloiden neurokirurgian klinikat, Tampereen yliopistollisen sairaalan patologian yksikkö, Suomen Syöpärekisteri, Karoliininen instituutti, Tanskan syöpäyhdistys ja Norjan säteilysuojeluviranomainen. Tutkimukseen osallistuu tutkimusryhmiä myös Iso-Britanniasta, Saksasta, Ranskasta, Italiasta, Israelista, Australiasta, Uudesta Seelannista, Kanadasta ja Yhdysvalloista.

Aikataulu

1999–2011

Vastuuhenkilö

Anssi Auvinen

Matkapuhelimen käyttäjien terveys -pilottitutkimus (COSMOS)

Tavoite

Tavoitteena on selvittää, miten matkapuhelimen käytön vaikutuksia terveyteen tulisi parhaiten tutkia.

Toteutus

Tutkimus on osa Maailman terveysjärjestön aloitteesta käynnistettyä kansainvälistä hanketta, jossa Suomen ohella ovat olleet mukana Ruotsi, Tanska ja Iso-Britannia. Suomalaisten matkapuhelinoperaattoreiden asiakkaista satunnaisesti valituille 5 400:lle matkapuhelimen käyttäjälle lähetetään tutkimuksesta tiedote sekä suostumusasiakirja, jonka palauttamalla voi osallistua tutkimukseen. Tämän jälkeen tutkimukseen suostuneilta kysytään tarkempia tietoja matkapuhelimen käytöstä ja terveydentilasta. Tutkimukseen osallistuvien henkilöiden terveyttä seurataan heidän suostumuksellaan muun muassa terveydenhuollon rekistereistä ja tietokannoista.

Tuloksista tiedottaminen ja tulosten hyödyntäminen

Tulokset raportoidaan tieteellisinä artikkeleina. Pilotista saatujen kokemusten perusteella saadaan tietoa, miten mahdollisesti jatkossa toteutettava suuri matkapuhelinten käyttäjien terveyttä koskevaa aineistoa tulee kerätä, tallentaa ja käsitellä.

Yhteistyökumppanit

Tampereen yliopiston terveystieteen laitos, WHO, Karolinska Institutet, Ruotsi, Imperial College, Iso-Britannia, Krefyens Bekampelse, Tanska, Helmholtz Zentrum München, Saksa sekä matkapuhelinoperaattorit.

Aikataulu

2006–2011

Vastuuhenkilö

Sirpa Heinävaara

1.5 Kromosomitutkimukset ja yksilöllinen herkkyys

Yksilöllinen herkkyys aivokasvainten etiologiassa (INTERPHONE/NCU)

Tavoite

Tutkimuksen tavoitteena oli selvittää INTERPHONE-hankkeeseen liittyen yksilölliseen herkkyyteen vaikuttavien geenien merkitystä aivosyövän etiologiassa.

Toteutus

Hanke toteutettiin pohjoismaisena yhteistyönä INTERPHONE-tutkimukseen liittyen siten, että STUKissa tutkittiin DNA:n korjautumiseen osallistuvien geenien (XRCC1, XRCC3) genotyypit veren valkosoluista eristetyistä DNA:sta yhteensä noin 2 900 englantilaisesta, ruotsalaisesta, suomalaisesta ja tanskalaisesta näytteestä. Kahdessa muussa laboratoriossa määritettiin syövän syntymekanismeihin ja vierasainemetaboliaan liittyvien geenien genotyyppejä. Hankkeessa selvitettiin geenipolymorfoiden yhteyttä aivokasvainriskiin.

Tuloksista tiedottaminen ja tulosten hyödyntäminen

Tutkimuksen tulokset on julkaistu kansainvälisissä julkaisuissa.

Yhteistyökumppanit

Karolinska Institutet, Institut för Miljömedicin, Ruotsi ja Uumajan yliopisto, Ruotsi.

Aikataulu

2007

Vastuuhenkilö

Carita Lindholm

Biodosimetrian sovellus säteilyonnettomuustilanteissa (BIODOS ja BIOPEX)

Tavoite

Ensimmäisen vaiheen tavoitteena oli kehittää jo olemassa olevien biologisen dosimetrian menetelmien rinnalle uudentyyppisiä tekniikoita, joiden avulla voidaan säteilyannos määrittää nopeasti kun kyseessä on suuri joukko altistuneita ihmisiä (kemikaali-indusoitujen PCC-menetelmien kehittäminen). Lisäksi pyrittiin muodostamaan tiiviimpi Pohjoismainen yhteistyöverkosto biodosimetrian alalla. Tutkimuksen toisessa vaiheessa menetelmää testataan simuloinnilla.

Toteutus

PCC-menetelmää ja sen analyysiä on kehitetty yhdessä FOI:n kanssa käyttämällä kahta erilaista kemikaali-indusoitua metodologiaa. Menetelmää on arvioitu ja optimoitu sekä itse metodin että mikroskooppianalyysin kannalta. Menetelmää testataan simuloimalla onnettomuustilanne, jossa suurta määrää (50–60) verinäytteitä säteilytetään gammasäteilyllä annoksilla, joita todellisuudessa esimerkiksi yleiselle paikalle piilotettu säteilylähde saattaisi aiheuttaa sen läheisyydessä oleskelleille henkilöille. Skenaarion suunnittelu annosarvoineen, säteilytykset ja osa viljely- ja analyysityöstä tehdään STUKissa, osa näytteistä lähetetään Ruotsiin käsiteltäviksi ja analysoitaviksi sekä edelleen osa Norjaan NRPA:han analysoitaviksi. Tarkoituksena on suorittaa ns. triage-analyysi eli nopea ja suppeaan analyysiin perustuva karkea säteilyannosarviointi, jonka avulla altistuneet henkilöt voidaan luokitella suuren, keski-suuren tai pienen säteilyaltistuksen saaneiden tai altistumattomien ryhmiin.

Tuloksista tiedottaminen ja tulosten hyödyntäminen

Tekniikan kehittelyn tulokset julkaistaan kansainvälisessä julkaisusarjassa 2007–2008 ja niitä hyödynnetään säteilyonnettomuustilanteisiin valmistautumisessa.

Yhteistyökumppanit

Försvarets forskningsinstitut FOI, Ruotsi ja Norwegian Radiation Protection Agency NRPA, Norja.

Aikataulu

2006–2008

Vastuuhenkilö

Carita Lindholm

Korjausgeeneihin liittyvien polymorfismien vaikutus DNA-vaurion määrään säteilylle altistuneessa väestössä

Tavoite

Projektin tavoitteena on tutkia virolaisten Tshernobylin puhdistustyöntekijöiden näytteistä yksilöllisten herkkyys- tai alttiustekijöiden vaikutusta kromosomivaurioiden määrään.

Toteutus

Projektissa kerätään tietoa kromosomivaurioiden määrästä virolaisilla miehillä, jotka osallistuivat Tshernobylin onnettomuuden jälkeiseen puhdistustyöhön. FISH-tekniikan avulla tutkitaan yhteensä noin 300 säteilylle altistunutta henkilöä sekä 100 kontrollia, joista on soluviljelyä varten saatavilla eristettyjä lymfosyyttejä. Toistaiseksi noin puolet analyyseistä on suoritettu. Tulosten valmistuttua kromosomivaurioiden, lähinnä translokaatioiden, määrää verrataan henkilökohtaisten säteilyannostietojen kanssa. Lisäksi tutkitaan DNA:n korjaukseen läheisesti liittyvien geenien polymorfioita PCR-tekniikan avulla ja selvitetään genotyyppien mahdollinen yhteys säteilyn seurauksena syntyneiden kromosomivaurioiden määrään.

Tuloksista tiedottaminen ja tulosten hyödyntäminen

Tutkimuksen tulokset julkaistaan kansainvälisissä tieteellisissä sarjoissa ja ne toimivat osana väitöskirjaa. DNA-vaurion korjautumiseen liittyvien genotyyppien selvittäminen voi selittää yksilötasolla havaittuja eroja säteilyn aiheuttamien kromosomivaurioiden määrässä ja laadussa. Tulokset edesauttavat mahdollisesti syöpäriskin arviointia alhaisilla säteilyannoksilla. Lisäksi saadaan tietoa minisatelliittien muodostumiseen vaikuttavista tekijöistä.

Yhteistyökumppanit

National Institute of Health Development, Viro

Aikataulu

2004–2010

Vastuuhenkilö

Carita Lindholm

1.6 Epäsuorat soluvaikutukset ja kudosvaikutukset

Ionisoivan säteilyn epäsuorat vaikutukset (NOTE)

Tavoite

Ionisoivan säteilyn epäsuoria vaikutuksia selvittävä NOTE-projekti (Non-targeted effects of ionising radiation), on 22 tutkimuslaitoksen integroitu EU-tutkimushanke Euratom tutkimusohjelmassa. NOTEn tavoitteena on laajentaa nykyistä käsitystä ionisoivan säteilyn terveysvaikutuksista. Tutkimuksen erityisenä kohteena ovat:

- Epäsuorien soluvaikutusten mekanismit ja pienet säteilyannokset
- Voiko säteily aiheuttaa muita sairauksia kuin syöpää tai hyödyllisiä vaikutuksia pienillä ja keskisuurilla annoksilla
- Yksilöllinen herkkyys ja muut tekijät, jotka voivat muuttaa säteilyvastetta
- Säteilybiologisen paradigman päivittäminen
- Merkitys epäsuorien soluvaikutusten merkitys säteilysuojelujärjestelmän kannalta – mahdollinen tarve muuttaa säännöksiä

Toteutus

Kyseessä on EU:n kuudennen puiteohjelman (FP6; Euratom research and training programme on nuclear energy) alle kuuluva tutkimushanke, joka tutkii ionisoivan säteilyn epäsuoria vaikutuksia. STUK koordinoi tutkimusprojektia, huolehtii tutkimuskonsortion hallinnollisista tehtävistä sekä tekee hankkeeseen liittyvää tieteellistä tutkimusta.

Tuloksista tiedottaminen ja tulosten hyödyntäminen

Säteilysuojelussa on lähdetty siitä, että pienten annosten riskit voidaan päätellä suurista annoksista. Uudet säteilybiologiset havainnot kyseenalaistavat tätä ajattelua. Tutkimusprojektin tuloksia hyödynnetään arvioitaessa kansainvälisten säteilysuojelustandardien tieteellistä perustaa ja mahdollista muutostarvetta.

Yhteistyökumppanit

University of Dundee, Iso-Britannia; Leipzig University, Saksa; MRC Radiation and Genome Stability Unit, Iso-Britannia; Imperial College, Iso-Britannia; Gray Cancer Institute, Iso-Britannia; Belgian Nuclear Research Centre, Belgia; Dublin Institute of Technology, Irlanti; National Institute of Health, Italia; University of Leicester, Iso-Britannia; McMaster University, Kanada; Atomic Energy of Canada Limited, Kanada; National Research Institute for Radiobiology and Radiohygiene, Unkari; National Research Centre for Environment and Health,

Saksa; University of Pavia, Italia; University of Erlangen-Nuremberg, Saksa; University of Duisburg-Essen, Saksa; Norwegian Radium Hospital, Norja; Ottawa Heart Institute Research Corporation, Kanada; Queen's University of Belfast, Iso-Britannia; Johann Wolfgang Goethe University, Saksa ja Oxford Brookes University, Iso-Britannia.

Aikataulu

2006–2010

Vastuuhenkilö

Sisko Salomaa

Säteilyn epäsuorien vaikutusten tutkiminen keinotekoisessa 3D EpiAirway -keuhkoepiteelissä

Tavoite

Projektissa on tavoitteena tutkia säteilyn epäsuoria vaikutuksia kolmiulotteisessa keinotekoisessa ihmisen keuhkoepiteeliä muistuttavassa kudosteknologia-suudessa pienillä annoksilla. Tarkoitus on selvittää, onko naapurisoluvaikutuksella suojaava mekanismi, jonka päärooli on poistaa mahdollisesti vaurioitunut ryhmä soluja, jotta pahanlaatuisen muutoksen riski vähenisi. Hankkeessa tutkitaan erityisesti naapurisoluvaikutuksen suojaavan mekanismin suuruutta, kun pieni osa soluista on altistettu säteilylle, normaalin kudosteknologia-suudessa kykyä vahvistaa vastetta, apoptoosin osuutta sekä palautumattoman erilaistumisen vaikutusta potentiaalisesti tuhoutuneiden solujen poistamiseen lisääntyvässä populaatiossa.

Toteutus

Kudoksia säteilytetään tavanomaisesti sekä alfasäteilytetään ns. microbeam-laitteistolla. Tarkoituksena on selvittää naapurisoluvaikutuksen suojaavaa vaikutusta ja sen yhteyttä adaptiiviseen vasteeseen *in vivo* -kaltaisissa olosuhteissa (naapurisoluvaikutuksen mekanismi kolmiulotteisessa kudoksessa, solukuolema verrattuna vasteen erilaistumistyyppisiin, naapurisolusignaalien luovuttaja- ja vastaanottajasolut, naapurisoluvaikutuksen leviämiseen liittyvät mekanistiset mittaukset kolmiulotteisessa kudosteknologia-suudessa, muutokset kasvunopeudessa).

Tutkimuksessa käytetään keinotekoisista EpiAirway-kudosta (MatTek, USA), joka mallintaa ihmisen keuhkoepiteeliä. Laajakenttä säteilytyksiin käytetään STUKin alfasäteilytyslaitteistoa. Gray Cancer Instituten ja Leipzigin yliopiston kanssa tehdään yhteistyötä ns. microbeam-säteilytysten osalta. Solukuolemaan liittyvää apoptoosia ja sytogeneettistä tuhoa sekä ennenaikaisia erilaistumisvasteita tutkitaan noninvasiivisella syväkudostekniikalla (Zeiss, ApoTome) yhdessä tekniikan kanssa. Naapurisoluvaikutusten mekanismeja tullaan tutkimaan useilla sytologisilla menetelmillä.

Tuloksista tiedottaminen ja tulosten hyödyntäminen

Tuloksia hyödynnetään osana NOTE-hanketta ja ne raportoidaan sen yhteydessä.

Yhteistyökumppanit

Gray Cancer Institute, Iso-Britannia ja University of Leipzig, Saksa.

Aikataulu

2006–2010

Vastuuhenkilö

Oleg Belyakov

Klastogeenisten tekijöiden tutkiminen kokeellisesti säteilytetyissä soluissa (CLASTO)

Tavoite

Tavoitteena on ns. klastogeenisten tekijöiden, eli soluvaurioita aiheuttavien tekijöiden, määrittäminen säteilytetystä veriplasmasta biokemiallisin ja sytogeneettisin menetelmin.

Toteutus

Hanke on osa NOTE-tutkimusohjelmaa ja sen tarkoituksena on selvittää mistä ainesosista säteilytettyyn veriplasmaan muodostuvat, ns. klastogeeniset tekijät koostuvat. Klastogeenisillä tekijöillä arvellaan olevan bystander-ilmion kaltaisia ominaisuuksia. Tekijöitä muodostuu säteilytetyissä verisoluissa josta ne erittyvät plasmaan. Lisättäessä plasmaa ei-säteilyä saaneiden solujen viljelyihin nähdään DNA-vaurioita. Näytteet tähän hankkeeseen saadaan saksalaisista potilaista, jotka ovat saaneet sädehoitoa joko syövän tai polvi- tai kyynärnivelevammojen hoitoon. Potilaiden verinäytteistä eristetyt plasmafraktiot lisätään normaaliin soluviljelyyn ja soluista tutkitaan kromosomivaurioita, mikrotumia ja DNA:n kaksijuostekatkoksia jotka indikoivat klastogeenisten tekijöiden läsnäolosta. Plasmaeriä tarkastellaan myös biokemiallisin analyysin, lähinnä proteomiikan avulla. Näillä keinoin pyritään selvittämään mistä kyseiset klastogeeniset tekijät koostuvat.

Tuloksista tiedottaminen ja tulosten hyödyntäminen:

Tuloksia voidaan hyödyntää NOTE-hankkeessa epäsuorien soluvaikutusten tutkimuksissa ja mallinuksissa.

Yhteistyökumppanit

Leipzigin yliopisto, Saksa

Aikataulu

2008–2009

Vastuuhenkilö

Carita Lindholm

Naapurisoluvaikutuksen matemaattinen mallintaminen

Tavoite

Tavoitteena on tuottaa matemaattinen malli, jolla voidaan kuvata naapurisoluvaikutuksia ihmisen kudoksissa.

Toteutus

Projektin tavoitteena on saada analysoituksi aiemmin kerätty data naapurisoluvaikutuksesta keinotekoisissa ihmisen ihokudosnäytteissä. Yhteistyötä Imperial Collegen kanssa tullaan jatkamaan naapurisoluvaikutuksen matemaattisen mallinnuksen osalta koskien kolmiulotteisia näytteitä. Käytettävää dataa saadaan aiemmin säteilytetyistä keinotekoisista ihmisen ihokudosnäytteistä.

Tuloksista tiedottaminen ja tulosten hyödyntäminen

Tuloksia hyödynnetään osana NOTE-hanketta ja ne raportoidaan sen yhteydessä.

Yhteistyökumppanit

Imperial College, Iso-Britannia

Aikataulu

2004–2008

Vastuuhenkilö

Oleg Belyakov

Pienten säteilyannosten vaikutus sydän- ja verisuonitautien syntymekanismeihin (CARDIORISK)

Tavoite

Epidemiologiset tutkimukset ovat osoittaneet, että naisilla, jotka ovat sairastaneet rintasyövän ja saaneet siihen sädehoitoa, on suurempi riski saada sydän- ja verisuonisairauksia myöhemmin elämässään verrokkeihin nähden. Myös Hiroshiman ja Nagasakin atomipommituksissa eloon jääneillä on lisääntynyt sydän- ja verisuonisairauksien riski. Säteilyn aiheuttamien sydän- ja verisuonitautien mahdollisia mekanismeja tutkitaan CARDIORISK-projektissa, joka on 11 partnerin kanssa toteutettava EU-projekti.

Toteutus

STUKin osuus CARDIORISKistä tehdään yhteistyössä saksalaisen Helmholtz Zentrum Münchenin kanssa, ja siinä selvitetään ilmiön mekanismeja solutasolla proteomiikan menetelmin kiinnittäen erityistä huomiota fosforyloitu-neisiin proteiineihin.

Projektissa altistetaan ihmisen endoteelisoluja ionisoivalle säteilylle eri annoksilla ja se aloitetaan käyttämällä EA.hy926-solulinjaa. Myöhemmin käytetään myös primäärisiä hiirten sydäimestä eristettyjä endoteelisoluja. Altistuksen jälkeen soluista eristetään proteiinit ja ne erotellaan kaksisuuntaisen geeli-elektroforeesin avulla (2DE) käyttäen DIGE-tekniikkaa. Proteiinien ilmentymiserot analysoidaan erityisellä tietokoneohjelmalla. Proteiinit, joissa havaitaan muutoksia ilmentymistasolla, tunnistetaan massaspektrometrillä (MS) ja analysoidaan Ingenuity Pathways Analysis ohjelmalla.

Tuloksista tiedottaminen ja tulosten hyödyntäminen

Projektin tuloksena saadaan tietoa mekanismeista, jotka voisivat aiheuttaa sydän- ja verisuonitauteja säteilyaltistuksen aiheuttamana. Tulokset julkaistaan tieteellisinä artikkeleina sekä esitellään alan tutkijoille kansainvälissä konferensseissa. Tuloksia hyödynnetään osana CARDIORISK-hanketta ja ne raportoidaan sen yhteydessä.

Yhteistyökumppanit

Technische Universitaet München – Klinikum Rechts Der Isar, Saksa; Technische Universitaet Dresden, Saksa; Verenigde Het Nederlands Kanker Instituut, Alankomaat; Institut De Radioprotection Et De Surete Nucleaire, Ranska; Queen's University Belfast, Iso-Britannia; University Of Sheffield, Iso-Britannia; Maria Sklodowska-Curie Memorial Cancer Center, Puola; Helmholtz Zentrum München, Saksa; Universitaet Leipzig, Saksa sekä Universiteit Maastricht, Alankomaat.

Aikataulu

2008–2010

Vastuuhenkilö

Dariusz Leszczynski

Ionisoivan säteilyn epäsuorat soluvaikutukset – in vitro kudostutkimus (RISC-RAD)

Tavoite

Pienten säteilyannosten vaikutuksia selvittävä RISC-RAD-projekti (DNA damage responses, genomic instability and radiation-induced cancer: the problem of risk at low and protracted doses), on 29 tutkimuslaitoksen integroitu EU-tutkimushanke Euratom-ohjelmassa. Hankkeen tarkoituksena on tutkia säteilyn indusoiman syövän syntymekanismeja ja yksilöllisen sädeherkkyyden yhteyttä syövän syntyyn. Tutkimuksessa keskitytään erityisesti pieniin säteilyannoksiin. STUKin osuus projektista on selvittää säteilyn epäsuoria vaikutuksia, jotka eivät vaadi suoraa tumaan kohdistuvaa altistusta, ja ovat erityisen merkityksellisiä pienillä säteilyannoksilla.

Toteutus

Naapurisoluvaikutusta tutkitaan ihmisen ihoa mallintavassa, keinotekoisessa 3D-kudosmallissa. Tutkimuksessa kudostmallia säteilytetään microbeam-laitteistolla, jolloin säteily pystytään kohdistamaan vain tiettyyn osaan tutkittavaa kudosta. Säteilytyksen jälkeen naapurisoluvaikutusta tutkitaan solujen erilaisumista ja solukuolemaa mittaavilla menetelmillä. Lisäksi tuloksia tullaan käyttämään naapurisoluvaikutuksen matemaattisessa mallinnuksessa.

Tuloksista tiedottaminen ja tulosten hyödyntäminen

Tuloksia hyödynnetään osana RISC-RAD-hanketta ja ne raportoidaan sen yhteydessä.

Yhteistyökumppanit

Projektissa on mukana 29 tutkimuslaitosta eri puolilta Eurooppaa.

Aikataulu

2004–2008

Vastuuhenkilö

Oleg Belyakov

1.7 Ionisoimattoman säteilyn vaikutukset solun proteiineihin

Radiotaajuisten sähkömagneettisten kenttien mahdollinen vaikutus veri-aivo-esteen proteiinien ilmenemiseen (BBB-projekti)

Tavoite

Projektin tavoitteena on selvittää radiotaajuisten sähkömagneettisten kenttien (RF-EMF) aiheuttamaa biologista vastetta veri-aivo esteen säätelevien proteiinien ilmentymistasolla.

Toteutus

Projektissa käytetään EA.hy926 ihmisen endoteelisolulinja. Kokeissa solut altistetaan radiotaajuisille sähkömagneettisille kentille altistuslaitteistolla, joka tuottaa GSM 1800 MHz moduloitua aaltoa. Soluista eristetään altistuksen jälkeen proteiinit, jotka erotellaan geelielektroforeesilla (SDS-PAGE). Veri-aivo esteeseen kuluvien ZO-1, occludin ja claudin proteiinien ilmentymiserot analysoidaan Western blot -menetelmällä.

Tuloksista tiedottaminen ja tulosten hyödyntäminen

Projektin tuloksena saadaan tietoa radiotaajuisten sähkömagneettisten kenttien aiheuttamasta biologisesta vasteesta ihmisen endoteelisolulinjassa (veri-aivo-esteeseen kuuluvien proteiinien ilmentymistasoa/toimintaa). Tulosten perusteella on mahdollista arvioida alustavasti, onko aihetta jatkaa tutkimusta eläinkokeilla. Tulokset julkaistaan artikkeleina kansainvälisissä tiedejulkaisuissa sekä esitellään alan tutkijoille kansainvälisissä konferensseissa.

Yhteistyökumppanit

Swiss Federal Institute of Technology, Zürich, Sveitsi

Aikataulu

2008

Vastuuhenkilö

Dariusz Leszczynski

Matkapuhelinsäteilyn vaikutus ihmisen ihokudoksen proteiineihin *in vivo* (HERMO-SKIN)

Tavoite

Tutkimuksen tavoitteena on selvittää, aiheuttaako matkapuhelimen säteily samanlaisia muutoksia proteiinien ilmenemisessä ihmisen ihokudoksessa *in vivo* kuin aiemmissa solutason *in vitro* -tutkimuksissa.

Toteutus

Aiemmissa solutason tutkimuksissa on havaittu, että ihmisen endoteelisolulinjan EA.hy926 yhden tunnin säteilyaltistus 900 MHz:n GSM-signaalilla ($37 \pm 0,3$ °C) aiheuttaa muutoksia proteiinien ilmenemisessä ja aktiivisuudessa (fosforylaatio) *in vitro*. Tämä ei kuitenkaan välttämättä tarkoita, että samanlaisia muutoksia tapahtuu myös tosielämässä matkapuhelimen käytön seurauksena. Tämän tutkimuksen tarkoituksena onkin selvittää, aiheuttaako matkapuhelinsäteily (GSM 900 MHz) muutoksia vapaaehtoisten tutkimushenkilöiden proteiinien ilmenemisessä ja onko näin edelleen mahdollista löytää sellaisia tiettyjä kohdeproteiineja, jotka ilmenisivät kaikilla tutkittavilla henkilöillä samoin säteilyaltistuksen jälkeen. Tutkittavien ihoa säteilytetään yhden tunnin ajan 900 MHz:n GSM-signaalilla (SAR-arvolla 1,3 W/kg). Säteilytetystä ihosta otetaan heti säteilyaltistuksen jälkeen pieni ihonäyte ihobiopsian ottoon tarkoitettulla stanssilla. Kontrollinäytteeksi otetaan vastaavanlainen ihonäyte altistamattomasta kohtaa ihoa. Ihonäytteet jäädytetään, niistä eristetään ihon kaikki proteiinit ja ne erotetaan toisistaan 2-D geelielektroforeesilla. Proteiinien ilmenemisprofiilit analysoidaan PDQuest-tietokoneohjelmalla ja eri tavalla ilmentyneet proteiinit tunnistetaan MALDI-TOF massaspektrometrillä.

Tuloksista tiedottaminen ja tulosten hyödyntäminen

Tuloksia on esitelty kansainvälisissä EBEA- (Bordeaux, Ranska, 2007) ja BEMS- (Kanazawa, Japani, 2007) kokouksissa. Julkaisu peer-review-lehdessä: Karinen A, Heinävaara S, Nylund R, Leszczynski D. Mobile phone radiation might alter protein expression in human skin. BMC Genomics 2008; 9: 77–81.

Yhteistyökumppanit

Helsingin yliopistollinen keskussairaala

Aikataulu

2005–2007

Vastuuhenkilö

Dariusz Leszczynski

Radiotaajuisten sähkömagneettisen kenttien aiheuttama proteiinivaste erityyppisissä ihmisen endoteelisoluissa (Aivot-Human EC)

Tavoite

Projektin tavoitteena on selvittää radiotaajuisten sähkömagneettisten kenttien (RF-EMF) aiheuttamaa biologista vastetta proteiinien ilmentymistasolla erityyppisissä ihmisen endoteelisoluissa (endoteelisolut ovat mm. verisuonien sisäpintoja verhoava ohut yhdenkertainen solukerros).

Toteutus

Projektissa käytetään ihmisen napanuoran endoteelisoluja (HUVEC) ja aivojen mikroverenkierron endoteelisoluja (HBMEC). Kokeissa solut altistetaan radiotaajuisille sähkömagneettisille kentille altistuslaitteistolla, joka tuottaa GSM 1 800 MHz:n moduloitua aaltoa. Soluista eristetään altistuksen jälkeen proteiinit, jotka erotellaan kaksisuuntaisella geelielektroforeesilla (2DE). Kaksisuuntaisessa geelielektroforeesissa käytetään uutta laitteistoa, joka mahdollistaa fluoresoivien leimojen käytön näytteissä ja pienentää menetelmän sisäistä teknistä vaihtelua. Proteiinien ilmentymiserot analysoidaan erityisellä tietokoneohjelmalla, jonka jälkeen ne proteiinit, joissa mahdollisesti havaitaan muutoksia ilmentymistasolla, tunnistetaan massaspektrometrillä (MS) ja analysoidaan Ingenuity Pathways Analysis ohjelmalla.

Tuloksista tiedottaminen ja tulosten hyödyntäminen

Projektin tuloksena saadaan tietoa radiotaajuisten sähkömagneettisten kenttien aiheuttamasta biologisesta vasteesta ihmisen endoteelisoluissa. Tulosten perusteella voidaan arvioida mahdollisesti aiheutunutta biologista vastetta erityyppisissä endoteelisoluissa ja näin olleen arvioida, voiko solun geneettinen alkuperä vaikuttaa mahdolliseen biologiseen vasteeseen. Tulosten perusteella on mahdollista arvioida alustavasti, onko mahdollista, että eri ihmiset reagoisivat eri tavalla radiotaajuisille sähkömagneettisille kentille. Tulokset julkaitaan artikkeleina kansainvälisissä tiedejulkaisuissa ja osana väitöskirjaa sekä esitellään alan tutkijoille kansainvälisissä konferensseissa.

Yhteistyökumppanit

Swiss Federal Institute of Technology, Zürich, Sveitsi

Aikataulu

2007–2008

Vastuuhenkilö

Dariusz Leszczynski

UVA-säteilyn aiheuttama immunosuppressio in vivo

Tavoite

Projektin tavoitteena on tutkia hiirimallilla UVA-säteilyn vaikutusta immunosuppression laukaisijana.

Toteutus

Kokeessa tarkastellaan solariumin UVA-säteilyn immunosuppressiivista vaikutusta hiirissä. Projekti on jatkoa aiemmalle STUKissa suoritetulle väitöstutkimukselle, jossa tarkasteltiin UVA-säteilyn kykyä lisätä melanooman metastaattista kapasiteettia. Tutkimuksessa havaittiin, että hiirten altistaminen solariumin UVA-säteilylle lisäsi keuhkometastaasien määrää C57BL/6-hiirissä. Vaikka tulos on toistettu onnistuneesti, sitä miten UVA-säteily lisää melanoomasolujen metastaattista kapasiteettia, ei kuitenkaan vielä tiedetä. Aiemmin suoritetussa pilottikokeessa on saatu viitteitä UV-säteilyn aiheuttamasta immunosuppressiosta, joka selittäisi ilmiön osittain, mutta koejärjestely täytyy toistaa tulosten vahvistamiseksi. Uusintakokeessa hiiret altistetaan solariumin UVA-säteilylle ja solariumkäsittelyn aiheuttama immunologisen puolustusjärjestelmän heikkeneminen mitataan Contact Hypersensitivity -menetelmällä: Hiirille aiheutetaan allerginen korvien turpoamisreaktio oksatsolonilla ja sen jälkeen mitataan solariumin UVA-säteilyn kyky hillitä allergisen reaktion muodostuminen UVA-säteilytetyissä hiirissä. Reaktiota verrataan säteilyttämättömien kontrollihiirien allergiseen reaktioon. Projekti suoritetaan pääasiallisesti Viikin koe-eläinkeskuksen tiloissa, jossa aiemmatkin eläinkokeet on suoritettu.

Tuloksista tiedottaminen ja tulosten hyödyntäminen

Tuloksia hyödynnetään tieteellisen artikkelien kirjoituksessa ja revisiossa.

Yhteistyökumppanit

Helsingin yliopisto

Aikataulu

2007–2008

Vastuuhenkilö

Riikka Pastila

2 Luonnonsäteilyn esiintyminen ja torjuminen

2.1 Radonin esiintyminen

Valtakunnallinen asuntojen radonpitoisuuden otantatutkimus (VARO)

Tavoite

Tutkimuksen tavoitteena on määrittää suomalaisten altistus sisäilman radonille asunnoissa tutkimusvuonna. Lisäksi selvitetään radonpitoisuuteen vaikuttavat tekijät ja erityisesti viimeisen viidentoista vuoden aikana tapahtuneet asunnokannan muutokset sekä muutosten vaikutus radonpitoisuuteen.

Toteutus

Radonpitoisuus mitattiin 2 917 asunnossa, jotka oli valittu satunnaisotannalla väestörekisteristä. Mittaus toteutettiin kahdella puolen vuoden mittauksella: Ensimmäinen mittaus käynnistyi huhtikuussa 2006 ja toinen päättyi huhtikuussa 2007. Alustavat tulokset valmistuivat kesäkuussa 2007 ja alustavat aineiston tunnusluvut elokuussa 2007. Vuoden 2007 lopulla tuotettiin lopulliset radonmittaustulokset sekä kesä- että talvimittauspurkeista ja lähetettiin tuloksikirjeet tutkimuksessa mukana olleille. STUK-A-sarjan raportti ja tieteellinen artikkeli kirjoitetaan vuonna 2008.

Tuloksista tiedottaminen ja tulosten hyödyntäminen

Saadaan tietoa kansalaisten radonaltistuksesta sen perusteella odotettavissa olevista terveysvaikutuksista sekä radonturvallisen rakentamisen käytöstä ja onnistumisesta erityisesti edellisen otannan jälkeen 1990–2005 valmistuneissa asunnoissa. Näitä tietoja tarvitaan kotimaisen radonpolitiikan suuntaamiseksi ja viranomaispäätösten tueksi. Tutkimuksen tuloksista tuotetaan STUK-A-sarjan raportti ja tieteellinen artikkeli.

Yhteistyökumppanit

Ei STUKin ulkopuolisia yhteistyökumppaneita.

Aikataulu

Mittaukset, tietoaineisto ja alustavat tulokset valmistuivat vuonna 2007. STUK-A-sarjan raportti ja tieteellinen artikkeli valmistuvat vuonna 2008.

Vastuuhenkilö

Ilona Mäkeläinen

Asuntojen radonkartoitus

Tavoite

Tavoitteena on tuottaa tutkimuksen, viranomaisyhteistyön ja viestinnän tarvitsemää tietoa Suomen asuntojen radontilanteesta mahdollisimman ajantasaisena ja vastaanottajalle sopivassa muodossa.

Toteutus

Vuonna 1992 perustettu SAS-pohjainen asuntojen radontietokanta ART sisältää tietoja radonmittauksista, rakennusteknistä tietoa asunnosta, asuntojen koordinaatteja ja geologista tietoa rakennuspaikasta. Vuonna 2006 käyttöön otettuja uudistettuja tallennuskäytäntöjä ja asuntolomakkeiden sähköistä arkistointia jatketaan, parannetaan ja dokumentoidaan. Tietokantaa päivitetään kiinteistörekisteristä tilattavilla koordinaateilla ja se saatetaan ajan tasalle vuoden 2008 aikana. Tavoitteena on, että tutkimuksen ja mittauspalvelun yhteistyö toimii entistä paremmin ja että järjestelmä on joustava ja mahdollisimman virheetön.

ART-tietokanta uudistetaan erillisenä ”Uusi ART”-hankkeena. STUKin ulkoisilla nettisivuilla olevat radonteemakartat uudistetaan ja samasta aineistosta julkaistaan uusi Radonatlas STUK-A-sarjassa. Radonturvallisuuslaboratorio osallistuu myös EU-komission käynnistämän Euroopan Radonatlaksen laatimiseen toimittamalla aineistoa.

Tuloksista tiedottaminen ja tulosten hyödyntäminen

Kartat julkaistaan STUKin nettisivuilla A-sarjan julkaisuna. Tietokantaa, karttoja ja yhteenvetoja hyödynnetään tutkimushankkeissa, tiedottamisessa, valtakunnallisessa ja alueellisessa viranomaisyhteistyössä ja päätöksenteossa sekä radonmittauspalvelun toiminnassa.

Yhteistyökumppanit

JRC Joint Research Center, EU ja Gregoire Dubois.

Aikataulu

Projekti aloitettiin vuonna 2007 ART-tietokannan rakenteen, päivitysohjelman ja tietokantapäivityksen koko ketjun tarkistuksella ja dokumentoinnilla. ART-tietokanta saatetaan ajan tasalle vuoden 2008 aikana. Projekti valmistuu vuoden 2008 loppuun mennessä, uuteen ympäristöön siirrytään vuoden 2009 puolella.

Vastuuhenkilö

Ilona Mäkeläinen

Päiväkotien radonpitoisuus

Tavoite

STUKin säteilyn käytön turvallisuusosasto on jo mitannut päiväkoteja runsaasti valvontatyössä – kuitenkin lähinnä korkean radonpitoisuuden kunnissa. Tämän tutkimuksen tavoitteena oli tehdä edustava kartoitus uusimpien päiväkotien radontilanteesta rajatulla pienimuotoisella otannalla (300–400 kohdetta).

Toteutus

Radonpitoisuus mitattiin 367 päiväkodissa, jotka valittiin kunnille lähetettävän kyselyn pohjalta. Loppuraportti valmistui vuonna 2007. Enimmäisarvon 400 Bq/m³ ylityksiä mitattiin vain kolmessa päiväkodissa. Tutkittujen päiväkotien määrä oli 367. Hankkeessa tutkittiin kuntien uusimpia päiväkoteja. Ylitykset olivat huomattavasti harvinaisempia kuin STUKin aikaisemmissa valvontamittauksissa vuosina 1995–2005. Näissä havaittiin ylityksiä 13 %:ssa kohteita.

Tuloksista tiedottaminen ja tulosten hyödyntäminen

Tuloksia hyödynnetään arvioitaessa valvontatyön kohdentamista. STUK-A-sarjan raportti julkaistiin vuonna 2007: Valmari T, Arvela H. ja Reisbacka H. Päiväkotien radonkartoitus. STUK-A221. Säteilyturvakeskus; 2007. Tulokset julkaistaan myös kansainvälisessä lehdessä.

Yhteistyökumppanit

Ei STUKin ulkopuolisia yhteistyökumppaneita.

Aikataulu

2006–2008, kansainvälisen artikkelin kirjoittaminen vuonna 2008

Vastuuhenkilö

Tuomas Valmari

Koulujen radonkartoitus

Tavoite

Tavoitteena on kartoittaa radontilanne Suomen kouluissa tutkimuksen, viranomaisvalvonnan ja viestinnän tarpeisiin.

Toteutus

Tutkimuksen taustatyönä selvitetään STUKin tiedossa olevat aiemmat kouluissa suoritettut radonmittaukset. Tutkimukseen osallistuvat koulut valitaan kuntien viranomaisten kanssa. Radonpurkkimittauksia tehdään vuosina 2008–2010 noin 1 000 kpl. Lisäksi kunnat täyttävät koulurakennusta koskevan 2-sivuisen rakennustietolomakkeen. STUKin radonturvallisuuslaboratorio käsittelee rakennustietolomakkeet ja määrittää radonpitoisuudet.

Tuloksista tiedottaminen ja tulosten hyödyntäminen

Lehdistötiedote, STUK-A-raportti 2009–2010, kokousesitelmä tai tieteellinen artikkeli 2010.

Yhteistyökumppanit

Ei STUKin ulkopuolisia yhteistyökumppaneita.

Aikataulu

2008–2010

Vastuuhenkilö

Tuomas Valmari

Radonin hajoamistuotteet ja mallintaminen

Tavoite

Mallintamisen tavoitteena on saada mittaustiedon tueksi tietoa rakennustavan ja maa-aineksen ominaisuuksien vaikutuksesta sisäilman radonpitoisuuteen, sekä tietoa radonimurin toiminnasta eri maaperätyypeillä. Radonin hajoamistuote- ja sisäilman pienhiukkasmittauksien tavoitteena on saada kuva ilmanvaihtotavan ja sisäilman hiukkaspitoisuuden vaikutuksesta radonin annosmuuntokertoimeen Suomen olosuhteissa.

Toteutus

Radonin kulkeutumista maaperästä suomalaiseen pientaloon mallinnetaan Risø National Laboratoryssä kehitetyllä RnMod3d-mallilla. Laskentatulosten avulla arvioidaan radonturvallisen rakentamisen tarvetta erilaisilla rakennusmailla sekä radonkorjausmenetelmien (radonimuri, ilmanvaihdon tehostaminen, tiivistäminen) soveltuvuutta eri olosuhteisiin. Radon-, hajoamistuote- ja pienhiukkasmittauksia suoritetaan asunnoissa. Mittausten pohjalta arvioidaan käytössä olevien annos- ja riskimallien oikeellisuutta Suomen olosuhteissa.

Tuloksista tiedottaminen ja tulosten hyödyntäminen

Tuloksia käytetään viranomaispäätösten tukena, ohjeistuksen valmistelussa sekä neuvonnassa ja koulutuksessa.

Yhteistyökumppanit

Ei STUKin ulkopuolisia yhteistyökumppaneita.

Aikataulu

2003–2010

Vastuuhenkilö

Tuomas Valmari

Uraani ja radon geoympäristössä

Tavoite

Tavoitteena on tutkia uraanisarjan nuklidien mobilisaatiota geologisista substraateista rapautumisen yhteydessä sekä nuklidien migraatiota ja mahdollista immobilisaatiota. Hankkeessa luodaan fenomenologista ja prosessimekanistista ymmärtämistä geokemiallisista kulkeutumisprosesseista. Hankkeen ensimmäisen vaiheen tavoitteena oli tutkia radonlähteen mineralogista taustaa harju-sorassa.

Toteutus

Tutkimuksen ensimmäinen vaihe toteutettiin tutkimalla korkean radonpitoisuuden alueelta Hollolasta otettuja soranäytteitä. Tulokset on julkaistu unkarilaisessa pro gradu -työssä sekä vuonna 2008 valmistuneessa kansainvälisessä julkaisussa.

Geokemiallisten kulkeutumisprosessien tutkimuksessa painopisteenä ovat eri redox-vyöhykkeet sedimenteissä. Tuloksia hyödynnetään arvioitaessa radonemissioita ja geoympäristön kytkentöjä sekä uraanin louhinnan ja ydinjätteiden loppusijoituksen ympäristövaikutuksia.

Tutkimus perustuu havaintoihin, mittauksiin ja mallinnuksiin tutkitavien luonnon nuklidien esiintymisestä ja käyttäytymisestä kalliossa ja pintasedimenttiprofiileissa sekä tarvittaessa pohjavesissä. Tutkimuspaikat ovat U-mineralisaatiot (Askola, Palmottu, Paukkajanvaara) sekä tausta-tason alueet (Hollola, Olkiluoto).

Tuloksista tiedottaminen ja tulosten hyödyntäminen

- Daniel Breitner. Complex radon source measurements in the Hollola esker: a Finnish case study. Eotvos University, Budapest. Pro gradu -työ. Unkari 2006.
- Multidisciplinary analysis of Finnish esker sediment in radon source identification. Dániel Breitner, Tuukka Turtiainen, Hannu Arvela, Pia Vesterbacka, Bo Johanson, Marja Lehtonen, Karl-Heinz Hellmuth and Csaba Szabó. Lähetetty julkaistavaksi The Science Journal of the Total Environment -lehteen.
- Daniel Breitner, väitöskirja
- Tulevat julkaisut alan tieteellisissä lehdissä

Yhteistyökumppanit

Daniel Breitner ja Csaba Szabo, LRG, Lithosphere Fluid Research Group, Department of Petrology and Geochemistry, Eötvös University Budapest,

Unkari; Marja Siitari-Kauppi, Helsingin yliopiston radiokemian laboratorio sekä Geologian tutkimuskeskus GTK.

Aikataulu

2005–2009

Vastuuhenkilö

Hannu Arvela

Asuntojen sisäilman radonpitoisuuteen vaikuttavat tekijät Suomessa

Tavoite

Tavoitteena on tutkia radonpitoisuuden vaikuttavia rakennusteknisiä ja geologisia tekijöitä, jotta voidaan nykyistä paremmin hyödyntää geologista kartoitustietoa rakentamattomilla alueilla.

Toteutus

Luodaan tilastollinen malli, jossa asuntojen sisäilman radonpitoisuuden vaihtelua selitetään rakennusteknisin ja geologisin tekijöin. Radonmittaustuloksen lisäksi mallinnukseen käytettävä aineisto sisältää rakennusteknisiä tietoja asunnosta, asunnon koordinaatit, ja geologista tietoa asunnon perustamispaikasta. Aineisto rajoitetaan Etelä-Suomeen, sellaiselle alueelle, josta on saatavana riittävästi radonpitoisuustietoa ja monipuolista geologista kartoitusaineistoa.

Tuloksista tiedottaminen ja tulosten hyödyntäminen

Työstä kirjoitetaan pro gradu -tutkielma ja tulokset julkaistaan myös tieteellisessä lehdessä.

Yhteistyökumppanit

Jyväskylän yliopisto ja Geologian tutkimuskeskus.

Aikataulu

2007–2008

Vastuuhenkilö

Ilona Mäkeläinen

Radonatlas

Tavoite

Tavoitteena on päivittää Suomen alueelliset radonkartat.

Toteutus

STUKin radonmittaustietokannassa olevista pientalomittausten tuloksista tehdään alueelliset radonkartat. Karttojen lisäksi raportissa esitetään myös tilastotietoja mittaustuloksista. Kartasto on päivitetty versio vuonna 1997 ilmestyneestä edellisestä radonkartastosta (STUK-A148).

Tuloksista tiedottaminen ja tulosten hyödyntäminen

Kartat julkaistaan STUKin A-raporttina sekä STUKin internetsivuilla. Tulokset antavat päivitettyä tietoa radonin esiintymisestä eri puolella Suomea.

Yhteistyökumppanit

Ei STUKin ulkopuolisia yhteistyökumppaneita.

Aikataulu

2008

Vastuuhenkilö

Tuomas Valmari

Radonkartoitus-projektin erillinen tietohallintohanke (Uusi ART)

Tavoite

Tavoitteena on uudistaa nykyinen SAS-pohjainen ART-tietokanta. Hankkeeseen sisällytetään myös radonteemakarttojen tuotantojärjestelmä.

Toteutus

Toteutuksessa käytetään MySql-tietokantaa ja PHP-kieltä, jolla toteutetaan selainpohjainen käyttöliittymä seuraavien vaiheiden kautta: tietokannan määrittely; tietokannan vanhan aineiston siirtäminen uuteen; määritellään ja toteutetaan liittymä RAMI-tietokantaan; määritellään ja toteutetaan lomakkeelta saatavan asuntokohtaisen tiedon päivittäminen tietokantaan; määritellään ja toteutetaan paikkatiedon (koordinaatit, kuntatieto) tuominen tietokantaan; käyttöönotto ja siirto tuotantopalvelimelle; määritellään ja toteutetaan liittymät radonkarttojen tuotantoon.

Tuloksista tiedottaminen ja tulosten hyödyntäminen

Järjestelmän avulla tuotetaan tutkimuksen, viranomaisyhteistyön ja viestinnän tarvitsemää tietoa Suomen asuntojen radontilanteesta mahdollisimman ajantasaisena ja vastaanottajalle sopivassa muodossa.

Yhteistyökumppanit

Ei STUKin ulkopuolisia yhteistyökumppaneita.

Aikataulu

2008–2009

Vastuuhenkilö

Ilona Mäkeläinen

Vesilaitosvettä käyttävien suomalaisten saama keskimääräinen säteilyannos ^{226}Ra :sta, ^{238}U :sta ja ^{234}U :sta

Tavoite

Tutkimuksen tavoitteena on saada edustavaa tietoa vesilaitosvettä käyttävien suomalaisten ^{226}Ra :sta, ^{238}U :sta ja ^{234}U :sta saamasta säteilyannoksesta.

Toteutus

Vuonna 2006 kerättiin noin 800 hanavesinäytettä edustavasti ympäri Suomea. Näytteistä 500 on vesilaitosvettä ja 250 yksityisiä kaivovesinäytteitä. Kaikista näytteistä on määritetty ^{238}U -pitoisuus ICP-MS menetelmällä. Kerätyistä vesinäytteistä on analysoitu ^{238}U -pitoisuuden lisäksi pitkäikäisten alfa-aktiivisten aineiden yhteismäärä ja ^{226}Ra -aktiivisuuspitoisuus kokonaisalfamenetelmällä.

Tuloksista tiedottaminen ja tulosten hyödyntäminen

Tulosten perusteella tarkennetaan STUKin aikaisemmin tekemiä arvioita keskimääräisistä ^{238}U :sta, ^{234}U :sta ja ^{226}Ra :sta aiheutuvista säteilyannoksista vesilaitosten käyttäjille ja koko väestölle. Tuloksista kirjoitetaan kansainvälinen artikkeli.

Yhteistyökumppanit

Ei STUKin ulkopuolisia yhteistyökumppaneita.

Aikataulu

2006–2008

Vastuuhenkilö

Pia Vesterbacka

2.2 Radonin torjunta

Radontalkoot

Tavoite

Kampanjoiden tavoitteena on kansalaisten radontietouden lisääminen, radonmittausaktiivisuuden nostaminen, radonkorjausten aktivoiminen ja tiedon jakaminen radonturvallisesta uudisrakentamisesta.

Toteutus

Radontalkoissa tarjotaan alueen asukkaille edullisia radonmittauksia. Talkoo-ohjelmaan kuuluu myös alueiden radonkorjaustilanteen seuranta sekä radonkorjauskoulutuksen järjestäminen yrityksille. Mittausten valmistuttua jaetaan radonkorjaustietoa asukkaille, joiden sisäilmassa enimmäisarvo ylittyy. Tutkimuksena tehdään kampanjan toteutukseen, vaikuttavuuteen ja radonkorjauksiin liittyvää seurantaa.

Käytännön toteutuksessa kunnilla ja kuntayhtymillä on keskeinen sija. Ne huolehtivat radonmittauksien tilauksesta, jakamisesta sekä tuloksen ilmoittamisesta asukkaille. STUK järjestää radonkorjauskoulutusta sekä huolehtii pääosin kampanjan tiedotusmateriaalin tuottamisesta. STUKin tiedotusyksikkö osallistuu toteutukseen yhdessä STUKin radonturvallisuuslaboratorion kanssa.

Syksyn 2007 mennessä talkoita on vuodesta 2003 alkaen järjestetty 57 alueella yhteensä 146 kunnassa. Mittausten kokonaismäärä oli tällöin 12 900. Radontalkookautena 2007–2008 on käynnistynyt 6 radontalkoot yhteensä 25 kunnan alueella. Alkuvuodesta 2008 kokeillaan uutta talkoomallia, jossa talkooilmoitus toimitetaan pientaloasukkaille suoraan postilaatikoihin lehti-ilmoituksen sijasta. Erityisesti suurissa kunnissa mittausten määrä tulee kokeilun kautta kasvamaan.

Tuloksista tiedottaminen ja tulosten hyödyntäminen

Kampanja tähtää radonaltistuksen ja haitallisten terveysvaikutusten vähenemiseen radonkorjausten ja radonturvalliseen rakentamisen kautta. Kampanjasta saatujen kokemusten perusteella kehitetään radontiedottamista, viranomaispäätöksiä, ohjeistusta sekä kunnallisia valvontakäytäntöjä.

Julkaisusuunnitelma: STUKin www-sivut, lehtiartikkelit, tiedotteet, tutkimusraportit, tieteelliset artikkelit, STUK-A-sarjan raportti.

Yhteistyökumppanit

Kuntien terveysviranomaiset ja rakennusvalvonta, yritykset. Sosiaali- ja terveysministeriö tukee hanketta.

Aikataulu

2003–2010

Vastuuhenkilö

Hannu Arvela

Radonkorjaukset asunnoissa ja työpaikoilla

Tavoite

Hankkeen tavoitteena on ylläpitää asiantuntemusta Suomessa toteutetuista radonkorjauksista kokoamalla kotimaista ja kansainvälistä tietoa radonkorjauksista asunnoissa ja työpaikoilla neuvontatyötä, kirjallista opasaineistoa ja päätöksentekoa varten.

Tuloksia hyödynnetään STUKin radonkorjausoppaan uudistustyössä, neuvonnassa, tiedottamisessa ja koulutuksessa. STUK osallistuu myös Ympäristöministeriön radonimurioppaan uudistamiseen.

Toteutus

Radonimuri, radonkaivo, vuotoreittien tiivistäminen sekä ilmanvaihdon ja alipaineen säätöön perustuvat toimenpiteet ovat radonkorjausten päämenetelmät. Tietoa radonkorjauksista on hankittu kahdella kyselytutkimuksella, joista ensimmäinen toteutettiin 1990-luvulla ja toinen 2000-luvun alussa. Vastauksia saatiin yli 800 asukkaalta. Ensimmäisen kyselyn tulokset on raportoitu jo 1995 julkaistussa korjausoppaassa. Tämän lisäksi on suoritettu runsaasti kohdetutkimuksia korjatuissa asunnoissa.

Vuonna 2008 hankitaan tietoa toiminnassa olevien radonimurien mitoitus-ilmavirroista annettujen ohjeiden kehittämiseksi. Salaojaputkiston hyödyntämistä radonimurikorjauksissa tutkitaan koemittausten avulla. Tuloksia hyödynnetään asuntojen radonkorjausoppaan kehittämisessä. Työpaikkojen ja suurten rakennusten radonkorjauksista laaditaan opas Säteilyturvakeskuksen aikaisempina vuosina suorittamien lukuisien tilaustutkimusten tulosten perusteella.

Tuloksista tiedottaminen ja tulosten hyödyntäminen

- Arvela Hannu ja Reisbacka Heikki. Asuntojen radonkorjaaminen. STUK-A229 (painetaan 2008).
- Pien- ja rivitalojen radontekninen korjaus. Imupistemenetelmä. Ympäristöministeriö (julkaistaan 2008).
- Opas työpaikkojen radonkorjauksista 2009
- Asuntojen radonkorjausoppaan päivittäminen 2009–2010
- Kansainvälisiä lehtiartikkeleita ja kokousjulkaisu samoista aiheista

Yhteistyökumppanit

Ympäristöministeriö

Aikataulu

2003–2010

Vastuuhenkilö

Hannu Arvela

Radonturvallinen uudisrakentaminen

Tavoite

Radontorjunnan tavoite on vähentää maaperän radonpitoisen ilman virtausta sisätiloihin. Käytettävän ohjeistuksen mukaan rakennusvaiheessa asennetaan lattialaatan ja sokkelin liitoskohtaan kumibitumikermi ja lattialaatan alle radonputkisto. Hankkeen ensivaihe on selvittänyt ohjeistuksen toimivuutta sekä tutkinut erityisesti rakenteiden tiivistämisen onnistumista. Vuoden 2007 lopussa valmistunutta tutkimusta jatketaan vuonna 2008. Tavoite on luoda tarkempi kokonaiskäsitys eri menetelmien yhteisvaikutuksesta uudisrakentamisen radontorjunnassa. Tavoitteena on myös tuottaa koulutusaineistoa ja kehittää alan koulutusta.

Toteutus

Tutkimuksessa lähetettiin kysely 133 asuntoon. Osa vastaajista valittiin lisätutkimuksiin, joissa suoritettiin vuotomittauksia merkkiaineen avulla, paine-eromittauksia, uusi radonmittaus ja muita tarkempia tutkimuksia. Tulosten perusteella erityisesti läpivientien tiivistäminen ja kermiliitosten saumaus on puutteellista. Lisäksi imuri ei toimi kaikissa kohteissa riittävän tehokkaasti, todennäköisesti karkean täyttömaan tai maaperän takia.

Jatkohankkeessa suoritetaan kenttämittauksia, kerätään joukko rakennusvaiheessa dokumentoidusti radonturvallisesti rakennettuja kohteita ja suoritetaan lattialaatan alaisia radonmittauksia. Tavoite on selvittää radonpitoisen huokosilman vuotovirran suuruus laatan alta sisäilmaan. Vuotokohdat etsitään vuotomittauksin. Imurin toimintaa ja asuntojen alipaineisuutta verrataan laatan alaiseen alipaineeseen. Ilmanvaihdon säätöjen osuutta radonpitoisuuteen selvitetään. Eri tekijöiden yhteisvaikutusta arvioidaan.

Tuloksista tiedottaminen ja tulosten hyödyntäminen

STUK viestii radonturvallisesta rakentamisesta tiedotteiden, asiantuntijakokousten ja koulutustilaisuuksien kautta. Tulokset julkaistaan STUK-A-raporttisarjassa. STUKin nettisivuilla ylläpidetään ohjeistusta täydentävää aineistoa. Tutkimuksen tuloksia hyödynnetään radonturvallisen rakentamisen ohjeistuksen uusimisessa yhdessä muiden osapuolien kanssa (YM, Rakennustieto).

Yhteistyökumppanit

Kuntien rakennusvalvonta, Rakennustieto Oy, järjestöt ja rakennusyrietykset.

Aikataulu

Vuoden 2007 lopussa ensimmäinen vaihe päättyi. Työ jatkuu vuoden 2008 ajan.

Vastuuhenkilö

Petteri Keränen

WHO project on Residential Radon Risk

Tavoite

Tavoitteena on arvioida radonin haitat maailmanlaajuisesti sekä tuottaa ohjeistus raja-arvoista, mittaamisesta ja radontorjunnasta.

Toteutus

Hankkeen aloituskokous oli tammikuussa 2005 Genevessä ja viimeinen kokous Saksassa maaliskuussa 2007. Työryhmät: 1. Riskien arviointi; 2. WHO ohjeistus; 3. Kustannus-hyöty arviot; 4. Mittaukset, korjaaminen ja uudisrakentaminen; 5. Riskiviestintä ja 6. Ohjelman arviointi. Työryhmät valmistelevat uutta WHO-radonkäsikirjaa.

Tuloksista tiedottaminen ja tulosten hyödyntäminen

Uusi WHO-radonohjeistus julkaistaan vuoden 2008 aikana.

Yhteistyökumppanit

WHO ja tutkijat lukuisista maista.

Aikataulu

2005–2008

Vastuuhenkilö

Hannu Arvela

Raudan ja mangaanin poistolaitteiden soveltuvuus luonnon radioaktiivisten aineiden poistoon juomavedestä

Tavoite

Tutkimuksen tavoitteena on selvittää kuinka perinteiset raudan- ja mangaaninpoistoon suunnitellut vedenkäsittelylaitteet poistavat luonnon radioaktiivisia aineita juomavedestä.

Toteutus

Analysoidaan TENAWA-hankkeessa 12 eri kotitaloudesta kerättyjen vesinäytteiden tulokset raudan ja mangaaninpoistolaitteiden soveltuvuudesta ^{238}U -sarjan radionuklidien poistoon juomavedestä. Tutkittujen laitteiden toimintaperiaate perustui joko ilmastus-suodatkukseen, Mangaani-Greensand suodatkukseen tai ioninvaihtoon.

Tuloksista tiedottaminen ja tulosten hyödyntäminen

Tuloksia hyödynnetään suunniteltaessa raudan, mangaanin ja luonnonradioaktiivisten aineiden samanaikaista poistoa juomavedestä yksityisissä kotitalouksissa ja vesilaitoksilla. Tulosten perusteella on kirjoitettu kansainvälinen artikkeli.

Yhteistyökumppanit

Ei STUKin ulkopuolisia yhteistyökumppaneita.

Aikataulu

2008

Vastuuhenkilö

Pia Vesterbacka

3 Ympäristötutkimus

3.1 Radioaktiivisten aineiden kulkeutuminen ympäristössä

Radioekologian tulevaisuus Euroopassa (FUTURAE)

Tavoite

Projektin tavoitteena on selvittää radioekologian nykyistä tilaa ja tulevaisuuden tarpeita, sekä onko mahdollista luoda kansainvälinen verkosto, joka säilyttäisi ja lisäisi radioekologista asiantuntemusta sekä kestävää yhteistyötä tutkittaessa radionuklidien vaikutusta ihmiseen ja ympäristöön.

Toteutus

Projekti on jaettu viiteen eri työpakettiin (WP1–WP5). Ensimmäisessä työpaketissa arvioitiin tämänhetkisen radioekologisen tutkimuksen tila Euroopassa ja muualla maailmassa kyselykaavakkeiden avulla. Kysely lähetettiin eri maissa radioekologista tutkimusta tekeville laitoksille. Toisessa työpaketissa tarkennettiin vuorovaikutusta loppukäyttäjien kanssa arvioimalla loppukäyttäjien nykyiset ja tulevat tarpeet radioekologiselle tutkimukselle. Kolmannessa työpaketissa arvioidaan sitä radioekologisen tutkimuksen määrää ja laatua, mikä tarvitaan täyttämään tulevat tarpeet. Neljännessä työpaketissa arvioidaan tarpeet ”Network of Excellence in Radioecology” ryhmän luomiseen, mikä tähtää syvempään ja kestävämpään yhteistyöhön radioekologian alalla. Lopuksi viidennessä työpaketissa arvioidaan radioekologisen tutkimuksen tulevaisuuden tarpeita. Haasteina on muun muassa kuinka nuoret saadaan kiinnostumaan alasta ja kuinka tutkijoiden liikkuvuus eri tutkimuslaitosten välillä saadaan joustavammaksi.

Tuloksista tiedottaminen ja tulosten hyödyntäminen

Projektin aikana tehdään jokaisesta työpaketista oma raportti ja koko projektin tulokset kootaan loppuraporttiin. Projektin alussa on perustettu www-sivut, joita on päivitetty projektin edetessä. Projektin päätyttyä tuloksista tiedotetaan yhteistyökumppaneille ja sidosryhmille myös Suomessa. Tuloksia hyödynnetään radioekologisten tutkimusten suuntaamisessa ja suunnittelussa kansallisella ja EU-tasolla.

Yhteistyökumppanit

IRSN, Ranska; SSI, Ruotsi; SCK-CEN, Belgia; CIEMAT, Espanja; CEH, Iso-Britannia; UA, Belgia; JSI, Slovenia sekä NRPA, Norja.

Aikataulu

2006–2008

Vastuuhenkilö

Tarja K. Ikäheimonen

Radioekologian ympäristömallintaminen (EMRAS)

EMRAS on IAEA:n ohjelma, jossa arvioidaan ja parannetaan radioekologisia ympäristömalleja. Kaikkiaan seitsemästä työryhmästä kuusi käsittelee malleja, joilla lasketaan polttoainekiertoa kuuluvien ydinlaitosten päästöjen aiheuttamia ympäristövaikutuksia ja säteilyannoksia. Ohjelmaan osallistuu kymmeniä tutkimusorganisaatioita IAEA:han kuuluvista maista. STUK osallistuu parametrikäsikirjan uudistamiseen ja radioaktiivisen jodin ympäristömallinnukseen.

Tavoite

EMRAS-ohjelman TRS 364 -työryhmä uudistaa ja täydentää ympäristömalleissa tarvittavien parametrien käsikirjan, jonka nykyinen versio on julkaistu IAEA:n sarjassa Technical Report Series vuonna 1994. EMRAS-ohjelman Jodi-työryhmän päämäärä on verrata radioaktiivista jodia koskevia laskentatuloksia Tshernobyl-aikaiseen mittausdataan ja – datan puutteessa – mallituloksia keskenään. Myös vastatoimenpiteiden hyödyllisyys halutaan selvittää.

Toteutus

STUK osallistuu metsiä koskevien (puusto, marjat, sienet, riista) käsikirjan tekstien ja parametriyhteenvedojen tuottamiseen yhteistyössä Ranskan, Saksan, Belgian ja Venäjän edustajien kanssa. Työ sisältää julkaistujen aineistojen referointia ja parametriyhteenvedojen laatimista sekä kirjallisuuskatsaukseen että parametrikäsikirjaan. IAEA:n TecDoc -sarjassa julkaistava kirjallisuuskatsaus ja parametrikäsikirjan metsiä koskevat osat on luovutettu IAEA:n tarkistettaviksi; muutkin käsikirjan osat valmistuvat työryhmässä alkuvuoden 2008 aikana.

Radioaktiivisen jodin mallinnukseen liittyvässä työryhmässä työskentelee kolme skenaariota: Plavsk-skenaario (Venäjä), Masovia-skenaario (Puola) ja Bohemia-skenaario (Tšekki). STUK osallistuu loppuraportin kirjoittamiseen.

Tuloksista tiedottaminen ja tulosten hyödyntäminen

IAEA tiedottaa aikanaan käsikirjan (sarjassa Technical Report Series) ja siihen liittyvän kirjallisuuskatsauksen (TecDoc) ilmestymisestä uusien julkaisujensa internet-sivustossa. Käsikirja tulee olemaan laajassa käytössä eri organisaatioissa ympäristöön ja ravintoketjuihin liittyviä laskentaparametreja valittaessa.

Jodimallinnuksen osalta IAEA julkaisee kaikki skenaariot, mallivertailut ja johtopäätöksiä elektronisena TECDOC-julkaisuna.

Yhteistyökumppanit

Käsikirjatyöryhmässä on aktiivisia osallistujia 12–20 maasta. Radioaktiivista jodia koskevaan mallinnukseen osallistuu noin kymmenen mallintajaa eri maista.

Aikataulu

EMRAS-ohjelman virallinen kesto oli 2003–2007; julkaisujen viimeistely jatkuu vuonna 2008.

Vastuuhenkilöt

Aino Rantavaara ja Michael Ammann

Ydinvoimaloiden ^{14}C -päästöt

Tavoite

Tavoitteena on julkaista suomalaisten ydinvoimaloiden ^{14}C -päästöjen mittaus-tulokset, jotka tehtiin vuosina 1982–1985 yhteistyössä VTT:n reaktorilabora-torion kanssa. Tutkimus oli osa IAEA:n koordinoimaa projektia ”On Carbon-14 from Nuclear Facilities”, (Research Agreement no 3065/R2/CF).

Toteutus

Päästömittausten lisäksi voimaloiden ympäristöstä otetuista kasveista määri-tettiin niiden ^{14}C -pitoisuudet GTK:n ^{14}C -ajoitusmenetelmällä sekä määritet-tiin ^{14}C -pitoisuuksia primääripiirin vedestä ja sen puhdistamiseen käytetyistä hartseista.

Tuloksista tiedottaminen ja tulosten hyödyntäminen

Näistä kolmesta tulosaineistosta kirjoitetaan julkaisut kansainvälisiin lehtiin. Tulosten julkaiseminen on edelleenkin ajankohtaista ja myös tulevaisuutta ajatellen, koska ydinvoimateollisuuden odotetaan lisääntyvän.

Yhteistyökumppanit

Saanio & Riekkola OY ja GTK.

Aikataulu

2008

Vastuuhenkilö

Laina Salonen

NKS-projekti LUCIA

Tavoite

Viimeisen vuosikymmenen aikana on kehitetty malleja kuvaamaan radioaktiivisten aineiden kulkeutumista kaupunkiympäristössä. Viemäröintisysteemien kautta puhdistuslaitoksille kulkeutuvat radionuklidit muodostavat väestöaltistukselle tärkeän indikaattorin. Kuitenkin näiden kulkeutumisen mallintamista on tehty hyvin vähän. Projektin tarkoituksena oli kehittää ja testata mallintamistyökaluja kaupunkiympäristössä tapahtuvien päästöjen merkityksen arvioimiseksi käyttäen hyväksi jätevesisysteemejä ja sairaaloiden liuospäästöjä koskevia tietoja.

Toteutus

Arviointityökalut perustuvat Ruotsin säteilyturvaviranomaisen SSI:n (Statens Strålskyddsinstitut) kehittämään LUCIA-malliin, jota muutettiin vastaamaan muutamien onnettomuustilanteiden skenaarioita. Mallintamistyökalu testattiin jokaisessa osallistuvassa maassa. Vuoden 2007 aikana Helsingin Viikinmäen jätevedenpuhdistamolta otettiin ilmanäytteitä radioaktiivisen jodin havaitsemiseksi puhdistamon ilmassa. Samalta ajalta saatiin tietoja sairaalassa annetuista radioaktiivisista jodihoidoista. Projektissa otettiin lisäksi Helsingin edustalta rakko-levänäytteitä. Facilia Ruotsissa on kehittänyt ekolego-ohjelmalla LUCIA-mallin säteilyannoksen arvioimiseksi. Mallia sovellettiin Suomessa Viikinmäen puhdistamolle. Ohjelma on ollut STUKin ympäristötutkimuslaboratorion koekäytössä. Projektin loppukokous pidettiin Osllossa joulukuussa 2007.

Tuloksista tiedottaminen ja tulosten hyödyntäminen

Työn tuloksilla on käytännön merkitystä onnettomuustilanteiden lisäksi myös rutiinitilanteiden annosarvioinnissa ja ympäristömonitorointiohjelmassa. Tulokset julkaistaan NKS-raporttina.

Yhteistyökumppanit

Vattenfall, Ruotsi; SSI, Ruotsi; SIS, Tanska; Risø, Tanska; NRPA, Norja; Facilia, Ruotsi sekä IRPI, Islanti.

Aikataulu

2006–2007

Vastuuhenkilö

Marketta Puhakainen

Lannoituksen vaikutus metsien ¹³⁷Cs-jakaumiin

Tavoite

Yhteistutkimuksella Metsäntutkimuslaitoksen (Metla) kanssa on tavoitteena kokeelliseen tutkimukseen perustuvan tietämyksen hankkiminen metsäkasvillisuuden, erityisesti puuston radionuklidien otosta ja sen ajallisista muutoksista radionuklidilaskeuman jälkeen. Koetoiminnalla selvitetään myös metsänhoidon toimenpiteiden vaikutusta näihin muutoksiin ja tutkitaan, miten metsänhoidon toimenpiteitä voidaan parhaiten soveltaa laskeuman haittojen vähentämiseen Suomen metsätaloudessa. Käytännönläheistä uusimpaan tutkimukseen perustuvaa tietoa tarvitaan metsätalouden varautumisessa radionuklidilaskeumiin.

Toteutus

Vuonna 2007 mitattiin erityyppisiä kasvatusmetsiä edustavia näyteaineistoja niiltä kohteilta, joita on yhteistyön puitteissa tutkittu 1990-luvulla. Hanke jatkuu alkuaan 1990-luvulla mitattujen Hämeenkaan, Siikakankaan ja Liesinevan kenttäkokeiden systemaattisella, puihin ja aluskasvillisuuteen rajoitetuilla toistoilla vuosina 2008–2009. Tarkoitus on täydentää näyteanalyysijä siellä, mistä on saatu vasta yhtä ajankohtaa koskevaa tietoa. Mittausten toistot vähintään 10 vuoden kuluttua edellisestä mittauskerrasta antavat tietoa myös metsien radionuklidikierron kuvausten parantamiseen dynaamisissa laskentamalleissa.

Tuloksista tiedottaminen ja tulosten hyödyntäminen

Yhteistutkimusten tärkein tavoite on palvella metsätalouden tiedontarvetta puun- tuotannon suojaamiseksi radioaktiivisen laskeuman haitoilta. Tuloksista tiedotetaan metsätalouden toimijoille. Tulokset palvelevat varautumissuunnittelun ohella laskentamallien kehittämistä, jota tarvitaan luotettavien ennusteiden saamiseksi radionuklidien kertymiselle puustoon. Alkuperäisaineistot julkaistaan tieteellisissä sarjoissa vuodesta 2009 alkaen.

Yhteistyökumppanit

Metlan Parkanon toimintayksikkö

Aikataulu

2008–2010

Vastuuhenkilö

Aino Rantavaara

Kestokoealojen neulaset puuston ^{137}Cs :n oton indikaattoreina

Tavoite

Hankkeen tavoite on parantaa tietämystä puuston radionuklidien oton vaihte-
lusta erilaisissa metsiköissä pitkän ajan kuluessa laskeumasta.

Toteutus

1990-luvulla on mitattu ajoittain neulasnäytteitä yhteistyön kohteeksi vali-
tuilta Metlan kestokoealoilta, jotka edustavat kasvatusmetsiä eri osissa maata.
Neulaset indikoivat havupuiden radionuklidien ottoa ja metsikön ravinnetilaa.
Aineisto tarvitsee täydennystä, jotta ajallisia, metsikköjen välisiä sekä puula-
jeista ja maalajeista johtuvia eroja voidaan analysoida aikaisempaa monipuoli-
semmin. Näytteet valitaan aikaisemmin mitatuilta parhaan informaation anta-
vilta koealoilta tukeutuen Metlan näytearkistoon. Tarve maanäytteiden ottoon
vuonna 2009 selvitetään vuoden 2008 mittaustulosten perusteella.

Tuloksista tiedottaminen ja tulosten hyödyntäminen

Tulokset julkaistaan kansainvälisessä tieteellisessä lehdessä 2009 ja niistä
tiedotetaan metsätalouden toimijoille Suomessa.

Yhteistyökumppanit

Metlan Parkanon toimintayksikkö

Aikataulu

2008–2010

Vastuuhenkilö

Aino Rantavaara

Laskeuman pitkäaikaisvaikutukset puuston ^{137}Cs -määriin

Tavoite

Pitkäaikaistutkimuksella seurataan ^{137}Cs :n ajallisia muutoksia eri-ikäisissä metsiköissä ja selvitetään myös kasvupaikkakohtaisia eroja cesiumin kertymisessä puustoon. Tavoitteena on selvittää, miten puiden ^{137}Cs -aktiivisuus vaihtelee metsikön iän mukaan, miten puiden ^{137}Cs -aktiivisuus muuttuu pitkällä aikavälillä ja miten metsätyyppi/kasvupaikka vaikuttaa puiden ^{137}Cs -aktiivisuuteen.

Toteutus

Tutkimus on aloitettu vuonna 1997 yhteistyössä metsäteollisuuden kanssa. STUKin käyttöön on varattu talousmetsiä edustavia tutkimusaloja näytteenottoa varten. Tutkimusmetsiköt sijaitsevat Keski-Suomessa, joka on Tshernobylin onnettomuudesta eniten ^{137}Cs -laskeumaa saaneita alueita Suomessa. Tutkimusmetsiköt ovat kuusi- tai mäntyvaltaisia kangasmetsiä ja kuuluvat iältään kolmeen eri kehitysluokkaan. Metsiköt edustavat yleisimpiä Etelä- ja Keski-Suomessa esiintyviä metsätyyppejä.

Tuloksista tiedottaminen ja tulosten hyödyntäminen

Hanke tuottaa metsäteollisuuden tarvitsemaa tietoa puuston ^{137}Cs -pitoisuuksista ja niiden muutoksista pitkällä aikavälillä. Tuloksista tiedotetaan metsäteollisuudelle. Tulokset julkaistaan tieteellisessä julkaisusarjassa tai STUK-A-raporttina. Hankkeessa tuotettavaa aineistoa voidaan käyttää ^{137}Cs :n kulkeutumisesta metsissä kuvaavien laskentamallien kehittämisessä ja tarkentamisessa.

Yhteistyökumppanit

Metsäteollisuus

Aikataulu

Näytteenotto ja mittaukset suunnitellaan vuosittain. Hanke jatkuu toistaiseksi.

Vastuuhenkilö

Virve Vetikko

Näytteenoton opas metsien radioekologiseen tutkimukseen (NKS-FOREST)

Tavoite

Pohjoismaisen NKS-FOREST -hankkeen tavoitteena oli kehittää metsäympäristön näytteenottoa koskeva ohje. Oppaan tarkoitus on osaltaan varmistaa näytemittauksiin perustuvan tiedon luotettavuutta ja vertailukelpoisuutta. Se palvelee siten tutkimusta, metsäntuotteiden käytettävyyden testausta ja laskentamallien parametrien estimointia.

Toteutus

Hankkeen jatkon tavoite vuosina 2007–2008 on metsäkasvillisuuden ja -maan näytteenotto-oppaan luonnoksen viimeistely ja asiantuntija-arviointien hankkiminen. Vuonna 2008 järjestetään pohjoismainen metsien radioekologia-seminaari.

Tuloksista tiedottaminen ja tulosten hyödyntäminen

Hankkeen tuloksia on esitelty NKS:n näytteenottoseminaarissa Islannissa tammikuussa 2008. Hanke esitellään myös ympäristön radioaktiivisuutta käsittelevässä kansainvälisessä konferenssissa Bergenissä kesäkuussa 2008. Myös FOREST-seminaarin valmistelulla ja asiantuntijaverkoston kokoamisella on muun ohessa tiedotustavoite. Valmisteluvaiheessa luodaan kontaktit alalla toimi-
viin tutkijoihin ja metsätalouden asiantuntijoihin ja selvitetään kiinnostusta metsien radioekologian asiantuntija- ja sidosryhmäverkoston luomiseen. Verkosto voi hyvin toimiessaan palvella pohjoismaista tiedonvaihtoa ja kunkin maan omaa kansallista varautumista metsiin vaikuttaviin onnettomuustilanteisiin.

Yhteistyökumppanit

Metla, IFE, Norja ja FOI, Ruotsi.

Aikataulu

2005–2008

Vastuuhenkilö

Aino Rantavaara

⁹⁰Sr:n ja ²⁴¹Am:n aktiivisuus Itämeren sedimenteissä (SRAMI)

Tavoite

Projektin tavoitteena on arvioida Itämeren sedimenttien ⁹⁰Sr- ja ²⁴¹Am-aktiivisuus sekä lisätä tietoutta luonnon radionuklideista sekä niiden sedimentaatiosta.

Toteutus

Projekti toteutetaan STUKin ympäristötutkimus- ja nuklidianalytiikkalaboratorioiden välisenä yhteisenä tutkimushankkeena. Ulkopuolisena yhteistyökumppanina toimii Merentutkimuslaitos. Projektin tulokset ovat tärkeä täydennys olemassa olevaan Itämeri-aineistoon. Nykyisin esimerkiksi Helsinki-komission rekistereistä saatava ⁹⁰Sr- ja ²⁴¹Am-tieto on vähäistä, alueellisesti hajanaista sekä osin vanhaa ja epäluotettavaa. Projekti toteutetaan jo olemassa olevilla näytteillä, joita on arkistoituna aiemmista tutkimusprojekteista sekä Itämeren säteilyvalvonnasta. Osa näytteistä saadaan Merentutkimuslaitoksen näytearkistoista. Analysoinnit suoritetaan pääasiassa ns. bulk-näytteistä jolloin pystytään kartoittamaan maantieteellisesti laajat alueet kohtuullisen vähäisillä näytemäärillä. Käytännön toteutuksessa näytteistä mitataan ensin ²⁴¹Am-aktiivisuus gammaspektrometrisesti uudella erityisesti matalille energia-alueille soveltuvalla puolijohdekiteellä, minkä jälkeen näytteille suoritetaan radiokemiallinen ⁹⁰Sr-analyysi. Gammaspektrometrisessä analyysissä saadaan samalla kertaa tärkeätä lisätietoa myös luonnon radionuklideista, kuten esimerkiksi ²¹⁰Pb-aktiivisuuksista. Lisäksi mittaamalla myös sedimentoituvan aineksen näytteitä, lisätään tietoa luonnon radionuklidien sedimentaatiosta sekä sen vaihtelusta vuositasolla.

Tuloksista tiedottaminen ja tulosten hyödyntäminen

Projektin tulokset käytetään julkaisutoiminnassa. Julkaisut täydentävät ja lisäävät tietoutta radionuklidien sedimentaatiosta sekä radioaktiivisuuden maantieteellisestä jakaantumisesta Itämeressä. Hanke tukee STUKin ja Merentutkimuslaitoksen yhteistyötä. Projekti tukee myös hankkeesta vastaavan jatko-opintoja.

Yhteistyökumppanit

Merentutkimuslaitos MTL ja Kymijoen vesi ja ympäristö ry.

Aikataulu

2007–2009

Vastuuhenkilö

Jukka Mattila

Yhteenveto ydinvoimalaitosten vesiympäristötutkimuksista

Tavoite

Projektin tavoitteena on tehdä laaja yhteenveto Loviisan ja Olkiluodon edustan merialueilla 40 vuoden aikana tehtyjen vesibiologisten ja radioekologisten tutkimusten tuloksista sekä vertailla näiltä kahdelta alueelta saatuja tuloksia, vertailla niitä jäähdytysveden purkualueina, sekä ympäristötekijöiden vaikutuksia tuloksiin molemmilla alueilla.

Toteutus

Yhteenvedossa tullaan tarkastelemaan sekä ydinvoimalaitoksista purettavan lämpimän jäähdytysveden ekologiaa, että radioaktiivisten aineiden päästöjen radioekologisia vaikutuksia vesiympäristössä. Loviisan ja Olkiluodon tutkimusalueet eroavat merkittävästi toisistaan paitsi topografisten ominaisuuksiensa (avoin/saariston suojaama alue) myös mm. veden suolapitoisuuden ja merialueiden (Suomenlahti/Selkämeri) rehevöitymisasteen puolesta. Tulosten perusteella pyritään erottamaan, mikä osuus merialueiden rehevöitymisestä on johtunut paikallisista lämminvesipäästöistä, mikä merialueiden yleisestä rehevöitymiskehityksestä tutkimusjakson aikana.

Tuloksista tiedottaminen ja tulosten hyödyntäminen

Neljänkymmenen vuoden aikana tehdyistä tutkimuksista on kertynyt varsin mittava ja arvokas tulosaineisto. Monen muuttujan kohdalla tuloksista kerätyt pitkät aikasarjat ovat ainutkertaisia. Tavoitteena on vetää yhteen ja julkaista monien vuosien aikana kertynyt mittava tutkimusaineisto väitöskirjaan. Tuloksia voidaan hyödyntää valvonnan ja tutkimusten jatkosuunnittelussa.

Yhteistyökumppanit

Ei STUKin ulkopuolisia yhteistyökumppaneita.

Aikataulu

2006–2008

Vastuuhenkilö

Erkki Ilus

Arktisten alueiden ympäristön seuranta- ja arviointiohjelma AMAP

Tavoite

AMAP (Arctic Monitoring and Assessment Program) -ohjelman tavoitteena on seurata ja arvioida ihmisten toiminnasta peräisin olevien saasteiden kulkeutumista, tasoa ja vaikutuksia arktisen alueen ympäristön kaikilla osa-alueilla, ilmakehässä, maaperässä, sisävesissä, merissä ja väestössä. STUKin Pohjois-Suomen aluelaboratorio vastaa Suomen radioaktiivisuutta koskevasta osiosta. Arktisen Neuvoston alaisuudessa toimivaa ohjelmaa toteutetaan kahdeksan arktisen maan yhteistyönä.

Toteutus

Pohjois-Suomen aluelaboratorio kerää AMAP Radioactivity -raporttiin Suomen arktisen ympäristön tilaa kuvaavat tiedot, pitkien seurantasarjojen antaman informaation sekä tuottaa tekstiä ja kuvia. Pohjois-Suomen aluelaboratorio vastaa Suomen NIP:in (National Implementation Plan) toteutumisesta radioaktiivisuutta koskevalla osa-alueella.

Tuloksista tiedottaminen ja tulosten hyödyntäminen

AMAP:n pitkäaikaisten aikasarjojen avulla voidaan tutkia arktisen elinympäristömme radioaktiivisuuspitoisuuksissa tapahtuvia muutoksia ja tuottaa eri ympäristöolosuhteissa ja ajanjaksoina toimivia malleja. AMAP radioaktiivisuusr ryhmän raportti ilmestyy noin neljän vuoden välein, ja siihen on koottu kaikkien kahdeksan arktisen maan tutkimustuloksia, selvityksiä siitä miten ympäristöä voidaan suojella sekä selvityksiä siitä mitkä ovat arktisten alueiden potentiaalisia uhkia, riskien arviointia ja tulevaisuuden haasteita. Tuloksia hyödynnetään STUKin Pohjois-Suomen aluelaboratorion omissa tutkimuksissa ja sidosryhmien tiedotuksissa.

Yhteistyökumppanit

NRPA, Roshydromet, Typhoon, Risø, DOE, SSI, Kanada, IAEA, Geislavarnir ríkisins, University of the Faroe Islands ja Ilmatieteen laitos.

Aikataulu

Jatkuva hanke.

Vastuuhenkilö

Dina Solatie

Kosmogeenisten ^7Be :n ja ^{22}Na :n kulkeutuminen ilmakehässä

Tavoite

Projektin tavoitteena luoda kansainvälinen tietokanta, jossa jaetaan tietoa erilaisten monitorointiverkostojen ja maiden välillä, sekä kehittää ja laajentaa ilmakehän kulkeutumismalleja jäljittämällä radioaktiivisuuksien kulkeutumista lähteistä arktisille alueille. Tarkoituksena on tuottaa ajallista tietoa, jonka pohjalta on mahdollista arvioida ilmaston muutostrendejä, kuten virtauksia arktisille alueille ja virtauksia arktisilla alueilla. Tämä toteutetaan käyttämällä kosmisen säteilyn yläilmakehässä synnyttämiä radionuklideja ilmaston prosessien merkkiaineena.

Toteutus

Tutkimuksessa kerätään aerosolinäytteistä dataa ilmastonmuutoksille varten. STUKin Pohjois-Suomen aluelaboratorion osalta aerosolinäytteitä kerätään Rovaniemen Lumikki-suurtehokerääjällä. Filtteristä havainnoidaan kaikki radioaktiivisuudet ja tulokset kirjataan Linssi-tietokantaan, josta ne ovat yleisesti nähtävissä ja projektin osapuolten käytettävissä.

Tuloksista tiedottaminen ja tulosten hyödyntäminen

Hankkeen tulokset raportoidaan kansainvälisissä julkaisusarjoissa.

Yhteistyökumppanit

Sodankylän Geofysikaalinen Observatorio, Arktinen keskus, Goddard Institute for Space Studies, Yhdysvallat ja Health Canada, Kanada.

Aikataulu

2008–2012

Vastuuhenkilö

Ari-Pekka Leppänen

Radioaktiivisuuspitoisuudet ympäristönäytteissä Venäjän arktisilla merillä

Tavoite

Tavoitteena on saada lisätietoa radionuklidien kulkeutumisesta ja kertymisestä arktisilla alueilla, radioaktiivisuustasosta ja vaikutuksista arktiseen luontoon sekä arvioida riskiä mahdollisessa onnettomuustilanteessa ja päästölähteitä. Isotooppisuhteiden avulla selvitetään radionuklidien alkuperää. Selvitetään, onko kyseessä 1950–60-lukujen ydinasekokeiden globaali-laskeuma vai joku paikallinen päästö sekä tarkastellaan, onko Sellafieldillä osuutta päästöihin. Tutkimus liittyy kansainväliseen polaarivuoteen.

Toteutus

STUK ja Murmanskin meribiologian laitos MMBI allekirjoittivat uuden yhteistyösopimuksen 5.1.2007. Sopimus mahdollistaa STUKin Pohjois-Suomen aluelaboratorion osallistumisen venäläisten kanssa yhteisiin Venäjän luoteisosien säteilytilannetta koskeviin tutkimuksiin. Sopimuksen piiriin kuuluvat muun muassa yhteiset tutkimusmatkat ja -projektit, tutkimustulosten yhteinen julkaiseminen, tutkijavaihto, vertailumittausten tekeminen ja yhteisten tilaisuuksien järjestäminen. Yhteistyö koskee mm. merien ja rantojen ekosysteemien säteilytilannetta, ydinturvallisuutta, ympäristön säteilyvalvontaa ja ilmastonmuutosta. Elokuussa 2007 toteutettiin ensimmäinen näytteenottomatka ja seuraava on suunnitteilla vuodeksi 2008.

Tuloksista tiedottaminen ja tulosten hyödyntäminen

Tuloksia julkaistaan kansainvälisissä konferensseissa ja julkaisuissa sekä STUKin ja MMBI:n www-sivuilla. Tuloksia käytetään hyväksi myös AMAP-raportissa ja ne tallennetaan AMAPin tietokantaan. Tutkimusmateriaali ja -näytteet ovat käytettävissä myös muille tutkijoille. Näytteenottomatkasta pidettiin nettipäiväkirjaa STUKin www-sivuilla.

Yhteistyökumppanit

Murmanskin meribiologian laitos MMBI ja Ilmatieteen laitos.

Aikataulu

2007–

Vastuuhenkilöt

Dina Solatie ja Ari Leppänen

^{210}Po :n ja ^{210}Pb :n käyttäytyminen ja kulkeutuminen ympäristössä

Tavoite

Tutkimuksen tavoitteena on selvittää luonnon radioaktiiviseen hajoamissarjaan kuuluvien radionuklidien, ^{210}Po ja ^{210}Pb , käyttäytymistä ja kulkeutumista ympäristössä. Projektissa tutkitaan poloniumin ja lyijyn sitoutumista ja kulkeutumista maaperässä, siirtymistä maaperästä kasveihin ja pintalasjeuman osuutta kasveissa. Myös ^{137}Cs -aktiivisuuspitoisuus määritetään maaperä- ja kasvinäytteistä. Tarkoituksena on verrata keinotekoisien ^{137}Cs -pitoisuuksia luonnon radionuklidien ^{210}Po - ja ^{210}Pb -pitoisuuksiin.

Toteutus

Tutkimusnäytteitä kerätään sekä Etelä- että Pohjois-Suomesta (Metla ja STUKin Pohjois-Suomen aluelaboratorio). Maaperänäytteitä otetaan maaprofiileina, jotka jaetaan eri maakerroksiin (karike, orgaaninen kerros sekä huuhtoutumis- ja rikastumiskerrokset). Kerättäviin kasvinäytteisiin kuuluvat mm. metsämarjat ja sienet.

Näytteistä tehdään ravinnemääritykset Metsäntutkimuslaitoksessa. Maaperänäytteistä määritetään ^{210}Po - ja ^{210}Pb -vertikaalinen jakauma maaperässä. Kasvinäytteistä määritetään ^{210}Po - ja ^{210}Pb -pitoisuudet. Näytteistä mitataan myös ^{137}Cs gammaspektrometrisesti.

Tuloksista tiedottaminen ja tulosten hyödyntäminen

Tutkimustulokset julkaistaan kansainvälisissä tieteellisissä aikakauslehdissä ja konferenssien proceeding -julkaisuissa. Tutkimustuloksia voidaan hyödyntää arvioitaessa poloniumin ja lyijyn ympäristökulkeutumista ja ravintoketjujen kautta aiheutuvaa säteilyannosta ihmiselle.

Yhteistyökumppanit

Suomen Akatemian rahoittaman kolmevuotisen tutkijatohtoriprojektin vastuullinen johtaja on Helsingin yliopiston Radiokemian laboratorion tutkijatohtori Kaisa Vaaramaa ja yhteistyökumppaneita ovat STUKin Pohjois-Suomen aluelaboratorio PSL ja Metlan Parkanon yksikkö.

Aikataulu

2006–2008

Vastuuhenkilöt

Kaisa Vaaramaa (HY) ja Dina Solatie (STUK)

Suomen, Baltian maiden ja Luoteis-Venäjän humuskerroksien ^{137}Cs - ja ^{134}Cs -pitoisuudet

Tavoite

Suomen ja Luoteis-Venäjän pintahumuskerroksnäytteiden gammanuklidipitoisuuksien kartoitus oli osa Barents Ecogeochemistry -hanketta, jonka tarkoituksena oli tuottaa tietoa Luoteis-Venäjän ympäristön tilasta.

Toteutus

Barents Ecogeochemistry -hankkeessa syntyneeseen tietokantaan yhdistettiin uudet Baltian maista saadut mittaustulokset. Aineisto luokiteltiin yhdenmukaiseksi Suomen ja Luoteis-Venäjän alueiden mittaustulosten kanssa, jonka jälkeen tulokset geokoodattiin samalle karttapohjalle Barents Ecogeochemistry -hankkeessa saatujen tulosten kanssa.

Tulosten hyödyntäminen

Luoteis-Venäjän ja Suomen sekä Baltian maiden pintahumuskerroksen radioaktiivisuustason kartoittaminen toi lisää tietoa Tshernobylin ydinvoimalaonnettomuuden aiheuttaman radioaktiivisen laskeuman nykyisestä tasosta. ^{134}Cs -isotoopin avulla voitiin selvittää ensimmäisen Tshernobyl-laskeumapilven kulkureitti.

Yhteistyökumppanit

Geologian tutkimuslaitos

Aikataulu

Hanke loppui 2007. Kansainvälinen julkaisu on lähetetty Science of the Total Environment -lehteen.

Vastuuhenkilö

Jarkko Ylipieti

⁹⁰Sr maito-, laskeuma- ja kasvinäytteissä Pohjois-Suomessa

Tavoite ja toteutus

Tavoitteena oli tuottaa tietoa ⁹⁰Sr- ja ¹³⁷Cs-pitoisuuksista maito-, laskeuma- ja rehunäytteistä Pohjois-Suomessa sekä laskea siirtokertoimia ja ekologisia puoliintumisaikoja. Maitonäytteitä on analysoitu 60-luvulta lähtien Pohjois-Suomessa.

Tuloksista tiedottaminen ja tulosten hyödyntäminen

Tulokset julkaistaan kansainvälisessä konferensseissa ja julkaisun jälkeen tehdään tiedote.

Yhteistyökumppanit

Ei STUKin ulkopuolisia yhteistyökumppaneita.

Aikataulu

2008

Vastuuhenkilö

Dina Solatie

3.2 Elintarvikkeet

Laidunruokinta Tshernobylin onnettomuuden jälkeen 1986

Tavoite

Lehmien laidunruokintakoe toteutettiin Etelä-Suomessa kahdella paikkakunnalla Tshernobylin laskeuman leviämisen jälkeen toukokuussa 1986. Koetulosten perusteella arvioitiin tarvetta rajoittaa maidontuotannossa olevan karjan ruokintaa tuoreella rehulla. Tavoite on täydentää maito- ja ruohonäytteiden gammaspektrometristen mittaustulosten analysointia ja ^{90}Sr -määrittäksiä. Sen ohella kuvataan laskeumatilanteessa esiintyvien lyhyt- ja pitkäikäisten radionuklidien määrittäminen useita gammasäteilyä lähettäviä nuklideja sisältävistä näytteistä. Määritykset voidaan ainakin osittain käyttää parametrien johtamiseen radionuklidien kulkeutumiselle ruhosta maitoon, ja mahdollisesti laskeumasta maitoon.

Toteutus

Tehtävä edellyttää primaaritulosten uudelleen käsittelyä ja mittausajankohdan olosuhteiden huomioon ottamista. Työ perustuu suurelta osin manuaaliseen laskentaan. Kokeen yhteydessä otettujen arkistoitujen näytteiden ^{90}Sr -määrittäksiä täydennetään. Johdetaan nuklidikohtaiset parametrit vähintään radioaktiivisen jodin, cesiumin ja strontiumin kulkeutumiselle maidon ravintoketjussa laidunruokinnan ensi viikkojen aikana.

Tuloksista tiedottaminen ja tulosten hyödyntäminen

Tuloksen julkaistaan raporttina tai tieteellisenä artikkelina. Tuloksia hyödynnetään arvioitaessa vuodenajan vaikutusta laskeuman radionuklidien kulkeutumisessa maitoon.

Yhteistyökumppanit

Helsingin yliopisto, Valio ja Maa- ja elintarviketalouden tutkimuslaitos MTT.

Aikataulu

2007–2009

Vastuuhenkilö

Aino Rantavaara

Luonnontuotteiden radioaktiivisuus

Tavoite

Tutkimuksen tavoitteena on saada tietoa luonnosta peräisin olevien elintarvikkeiden ^{137}Cs :n pitoisuuksien vaihteluista Suomessa, ajallisista muutoksista, pitoisuuseroista alueellisesti ja lajeittain sekä luonnontuotteiden kulutuksesta aiheutuvasta sisäisestä säteilyannoksesta. Tulosten perusteella voidaan arvioida tilannetta ja verrata EU-suositukseen, jonka mukaan kaupan olevien luonnontuotteiden ^{137}Cs -pitoisuus ei saa ylittää 600 Bq/kg. Hankkeen tuloksia käytetään myös EU-suosituksen edellyttämään tiedottamiseen yleisölle.

Toteutus

Uusia kalanäytteitä hankitaan ja analysoidaan eniten laskeumaa saaneiden alueiden pienistä, karuista latvajärvistä. Kalalajeiksi valitaan ahven ja/tai hauki, joissa pitoisuudet ovat korkeimmat ja joita kalastetaan eniten. Tulokset edustavat tällöin Suomessa esiintyviä kalojen korkeimpia ^{137}Cs -pitoisuuksia. Muiden alueiden järvissä ja muissa kalalajeissa ^{137}Cs -pitoisuudet ovat pienempiä.

Näytteenottoa metsätuotteista (sienet, metsämarjat, riistanliha) jatketaan aikaisemmin jatkuvasti tutkimusohjelmissa mukana olleilta näytteenottopaikoilta ajallisten muutosten seuraamiseksi. Eri lajien välisiä pitoisuuseroja selvitetään aikaisemman tulosaineiston tilastollisen käsittelyn avulla. Pitkän aikavälin ^{137}Cs -pitoisuuksien kehitystä selvitetään tarkemmin eri lajien osalta.

Tuloksista tiedottaminen ja tulosten hyödyntäminen

Tutkimus antaa tietoa luonnontuotteiden radioaktiivisuuden muutoksista pitkällä aikavälillä. Tuloksia käytetään arvioitaessa keskimääräistä sisäistä säteilyannosta sekä alueellisten erojen ja kulutusmäärien aiheuttamaa vaihtelua annoksessa. Säteilyturvakeskuksen kotisivuilla annetaan tietoa luonnontuotteiden radioaktiivisuudesta. Sieni- ja metsämarja-aineistosta kirjoitetaan artikkeli kansainväliseen julkaisusarjaan.

Yhteistyökumppanit

Ei STUKin ulkopuolisia yhteistyökumppaneita.

Aikataulu

Jatkuva

Vastuuhenkilö

Eila Kostiainen

¹³⁷Cs sienissä

Tavoite

Hankkeen tavoitteena on kartoittaa Suomen kauppasienien ¹³⁷Cs-pitoisuudet.

Toteutus

Tarkastellaan sekä alueellisia että lajien välisiä pitoisuuseroja olemassa olevien sieniaineistojen pohjalta. Arvioidaan ¹³⁷Cs-pitoisuuksien muutoksia vuodesta 1986 lähtien. Lajikohtaiset siirtokertoimet lasketaan eri ajanjaksoille ja alueille (paikoille) tavoitteena selvittää mahdollisia alueellisia (paikallisia) eroja myös siirtokertoimissa ja niiden ajallisissa muutoksissa. Siirtokertoimet lasketaan kuntalaskelumakartoituksen perusteella sekä verrataan niitä mahdollisiin maanäytteiden avulla laskettuihin siirtokertoimiin. Pohjois-Suomen ja muun Suomen välisten kasvuolosuhteiden vaikutusta tarkastellaan. Vuosina 2008 ja 2009 hankitaan mahdollisesti aineistoa täydentäviä sieni- ja maanäytteitä tarpeen mukaan.

Tuloksista tiedottaminen ja tulosten hyödyntäminen

Tulokset antavat tietoa kauppasienien ¹³⁷Cs-pitoisuuksien tasosta eri puolilla Suomea. Niitä hyödynnetään yleisötiedotuksessa sekä sieniä markkinoivien tahojen neuvonnassa. Tuloksia käytetään myös arvioitaessa ravinnon kautta saatavaa säteilyannosta. Tuloksista kirjoitetaan artikkeli kansainväliseen julkaisusarjaan.

Yhteistyökumppanit

Ei STUKin ulkopuolisia yhteistyökumppaneita.

Aikataulu

2008–2009

Vastuuhenkilöt

Eila Kostiainen ja Jarkko Yli-Pieti

Elintarvikkeiden cesiumpitoisuuksien kartoitus paikallisesti kunnissa (PILOT HGCS)

Tavoite

Tavoitteena on selvittää luonnontuotteiden ^{137}Cs -pitoisuuksien vaihteluja saman kuntayhtymän alueella käyttäen apuna paikallislaboratorioissa tehtäviä mittauksia. Hanke antaa myös tietoa paikallislaboratoriolaitteella tehtyjen mittausten luotettavuudesta ja kokemusta mittauslaitteen käytöstä.

Toteutus

Pilottihankkeeseen valittiin yksi kuntayhtymä, jonka alueelta otettiin 2005 kattavasti näytteitä järvikaloista sekä eri sienilajeista. Hanke toteutetaan Eviran (Elintarviketurvallisuusvirasto), STUKin ja yhden paikallislaboratorion yhteishankkeena. Evira vastaa näytteiden hankinnasta, STUK ja paikallislaboratorio vastaavat näytteiden analysoinnista. Kalanäytteitä otettiin noin 30 kalastuksen kannalta merkittävästä järvestä. Sieninäytteitä otettiin erityyppisiltä kasvu-paikoilta kunnan eri osista. Näytteet mitattiin kyseisen kunnan laboratoriossa STUKin toimittamalla paikallislaboratoriolaitteella. Samat näytteet mitattiin STUKissa puolijohdedetektorilla ja osa myös STUKissa olevilla paikallislaboratoriolaitteilla. Evira analysoi samoista näytteistä elohopeapitoisuudet.

Tuloksista tiedottaminen ja tulosten hyödyntäminen

Hankkeesta saadaan tietoa paikallisten luonnontuotteiden todellisesta ^{137}Cs -pitoisuuksien vaihtelusta paikallisen tiedottamisen tarpeisiin. Lisäksi saadaan kokemusta yhteistyöstä näytteenotossa elintarvikeviranomaisten kanssa, paikallislaboratoriolaitteen käytöstä sekä sen antamien tulosten luotettavuudesta. Hanke parantaa varautumista onnettomuustilanteisiin ja antaa tietoa paikallislaboratoriolaitteen käytettävyydestä kaupan olevien luonnontuotteiden ^{137}Cs -pitoisuuksien valvontaan (EU-suositus). Aineiston käsittely ja raportointi yhdessä Eviran kanssa.

Aikataulu

2005–2007

Yhteistyökumppanit

Evira ja Sastamalan perusturvakuntayhtymä.

Vastuuhenkilö

Riitta Hänninen

Viljojen radioaktiivisuus – otantatutkimus

Tavoite

Hankkeen tavoitteena on saada perustietoa suomalaisen viljan luonnonnuklidien pitoisuuksista sekä täydentää aikaisempia tuloksia keinotekoisien radionuklidien osalta.

Toteutus

Hanke toteutetaan yhteistyössä Eviran kanssa. Evira hankkii näytteet ”Fusarium-hometoksiinit ja torjunta-aineet sekä ^{137}Cs elintarvikkeeksi tarkoitettussa viljassa” -hanketta varten ja toimittaa STUKiin noin 100 näytettä tutkimuksiin. Luonnonnuklidit (^{238}U , ^{234}U , ^{232}Th , ^{228}Th , ^{228}Ra , ^{226}Ra , ^{210}Pb ja ^{210}Po) määritetään aluksi 32 näytteestä, ^{137}Cs kaikista näytteistä ja ^{90}Sr aluksi 20 näytteestä.

Tuloksista tiedottaminen ja tulosten hyödyntäminen

Projektin tuloksena syntyy 1–2 lehtiartikkelia kansainväliseen julkaisusarjaan sekä kotimaiseen ammattilehteen 2009. Tuloksista tiedotetaan julkaisujen valmistuttua. Tulokset antavat arvokasta lisätietoa suomalaisten ravinnon kautta saaman säteilyannoksen arviointiin. Niitä hyödynnetään myös ympäristön säteilyvalvontaohjelmassa.

Yhteistyökumppanit

Evira

Aikataulu

2007–2009

Vastuuhenkilö

Tuukka Turtiainen

Kalojen ^{137}Cs -tulosaineiston analysointi tilastollisin menetelmin

Tavoite

Tehtävänä on Lammin alueen neljän järven järvivesien ja -kalojen ^{137}Cs -pitoisuuksien vuosilta 1986–2006 olevan tulosaineiston analysointi tilastollisin menetelmin. Tavoitteena on tutkia kalojen ja järvivesien ^{137}Cs -pitoisuuksien eroja ja niiden ajallisia muutoksia läpivirtausjärvien (2 järveä) ja laskujoettomien järvien (2 järveä) välillä tai kaikkien neljän järven välillä.

Toteutus

Selvitetään kalalajien väliset ^{137}Cs -pitoisuuksien erot ja niiden ajalliset muutokset näissä kahdessa järvityypissä tai erikseen eri järvissä, samoin saman lajin erikokoisten kalojen (esim. kolmena kokoluokkana) ^{137}Cs -pitoisuuksien ajallisten muutosten erot. Kalojen ja vesien ^{137}Cs -pitoisuuksien tarkastelun lisäksi tutkitaan siirtokertoimien vaihtelua järvityyppien ja kalalajien välillä. Koska siirtokerroin riippuu monista järviveden kemiallisista tekijöistä ja valuma-alueen ominaisuuksista, tällaisia tekijöitä yritetään ottaa tilastollisissa analyysissä huomioon. Lisäksi tutkitaan, onko järvityyppien tai järvien välillä eroja ^{137}Cs -pitoisuuksien vähenemisessä.

Tuloksista tiedottaminen ja tulosten hyödyntäminen

Tuloksista kirjoitetaan tieteellinen artikkeli.

Yhteistyökumppanit

Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos RKTL

Aikataulu

2008–2009

Vastuuhenkilö

Ritva Saxén

¹³⁷Cs-pitoisuudet Inarinjärven ja Apukkajärven kaloissa ja vedessä

Tavoite

Tavoitteena on saada lisätietoa ¹³⁷Cs:n kulkeutumisesta ja kertymisestä Pohjois-Suomen kahdessa järvessä ja seurata, miten pitoisuudet ovat muuttuneet Tshernobylin onnettomuuden jälkeen ja mikä on tämän hetkinen tilanne.

Toteutus

Tutkimuksen kohteena olevien järvien kala- ja vesinäytteet kerättiin ja analysoitiin vuosina 1982–2007. Tarkasteltavat järvet ovat Apukkajärvi Rovaniemen kaupungissa ja Inarinjärvi Inarin kunnassa. Inarinjärvi on Suomen kolmanneksi suurin järvi ja tärkeä makeanveden kalastuksen kohde.

Tutkimuksessa seurataan ¹³⁷Cs-pitoisuutta neljän eri kalalajin lihassa ja tutkittujen kalalajien järvivedessä. ¹³⁷Cs-pitoisuuden muutosta tarkastellaan aikasarjan avulla kalalajeittain ja muutoksen nopeus lajeittain määritellään kerättyjen havaintojen perusteella. Kalan lihan ja järviveden ¹³⁷Cs-suhdetta verrataan ja selvitetään konsentraatiokertoimia sekä siirtokertoimia myös laskeuman määrä huomioiden. Selvitetään myös ympäristötekijöitä jotka vaikuttavat cesiumin pitkäaikaiseen käyttäytymiseen.

Tuloksista tiedottaminen ja tulosten hyödyntäminen

Tulokset julkaistaan kansainvälisissä konferensseissa ja julkaisun jälkeen tehdään tiedote.

Yhteistyökumppanit

Ei STUKin ulkopuolisia yhteistyökumppaneita.

Aikataulu

2008

Vastuuhenkilö

Jarkko Ylipieti

Poronlihan ^{137}Cs - ja ^{210}Po -pitoisuuksien jakautuminen Suomen paliskunnissa

Tavoite

Tavoitteena on selvittää keskimääräiset poronlihan ^{137}Cs - ja $^{210}\text{Po}/^{210}\text{Pb}$ -pitoisuudet Suomen poronhoitoalueella.

Toteutus

Poronlihanäytteitä kerätään eri paliskunnista, ja näytteet tutkitaan STUKin Pohjois-Suomen aluelaboratoriossa. Esikäsittelyn jälkeen näytteistä mitataan ^{137}Cs -aktiivisuus. Mittauksen jälkeen samasta näytteestä analysoidaan myös ^{210}Po ja ^{210}Pb . Porojen ruokinnasta, laidunten kuluneisuudesta tai tutkimusvuosien eroista kerätään tiedot analyysien tueksi. Kunkin paliskunnan tilanteesta kootaan lista, jonka tiedot yhdistetään Paliskuntain yhdistykseltä saataviin teurastietoihin. Tuloksena saadaan arvio keskimääräisestä poronlihan aktiivisuudesta.

Tuloksista tiedottaminen ja tulosten hyödyntäminen

Tutkimustuloksista laaditaan yhteenveto kaikkien paliskuntien poronlihan sisältämistä ^{137}Cs - ja ^{210}Po -pitoisuuksista. Tutkimuksesta valmistuu tieteellinen julkaisu. Cesiumtuloksia voidaan hyödyntää poronlihan markkinoinnissa. ^{210}Po -tulosten kohdalla tietoa voidaan hyödyntää ihmisen sisäisen annoksen laskennassa. Tuloksista tiedotetaan STUKin [www](http://www.stuk.fi)-sivuilla ja paikallisissa viestimissä.

Yhteistyökumppanit

Paliskuntain yhdistys

Aikataulu

2007–2009

Vastuhenkilö

Ari-Pekka Leppänen

Poron kesäravintokasvien ¹³⁷Cs-pitoisuuksien kartoitus Suomen poronhoitoalueella

Tavoite

Projektin tavoitteen on saada selville, minkälaisia ¹³⁷Cs-pitoisuuksia porojen eri ravintokasveissa esiintyy (aikaisemmin on kiinnitetty huomiota vain jäkäliin). Tulosten perusteella pyritään arvioimaan, miten laskeumatilanne vaikuttaisi poronhoitoalueen eri osiin.

Toteutus

Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitoksen (RKTL) porotutkimusasema kartoitti 1997–1998 Oulun Yliopiston maantieteenlaitoksen kanssa koko Suomen poronhoitoalueen kasvipeitteen laatua ja määrää sekä satelliittitutkimuksella että keräämällä biomassanäytteitä porojen kesäravintokasveista. Kerätyt näytteet, keräyspaikkojen koordinaatit, painot ja keräyspinta-alat on luovutettu STUKin Pohjois-Suomen aluelaboratoriolle, joka on yhdistänyt saman paliskunnan alueelta kerätyt kasvilajit, esimerkiksi koivunlehdet, variksenmarjanvarvut ja raatteet, yhdeksi paliskuntakohtaiseksi kasvilajinäytteeksi. Kasvilajinäytteet luokitellaan ja teemoitetaan jokainen omaksi teemakseen paliskuntakohtaisesti.

Tuloksista tiedottaminen ja tulosten hyödyntäminen

Tulosten perusteella pyritään arvioimaan miten laskeumatilanne vaikuttaisi poronhoitoalueen eri osiin. Liian suuren poromäärän aiheuttama kuluneisuus on ollut havaittavissa jo vuosia jäkäliköissä, joten kesäravintokasvien merkitys on lisääntynyt. Satelliittikartoituksen perusteella arvioidun kasvipeitteellisyyden ja biomassa-arvion perusteella saadaan alueellisesti kartoitettua poronhoitoalueen haavoittuvuus ympäristön ja poronhoidon osalta sekä saadaan uutta tietoa ympäristön tilasta.

Tutkimus selvittää, missä poron kesäravintokasveissa oli suhteellisesti korkeimmat tai matalimmat ¹³⁷Cs-pitoisuudet 1997–1998 Suomen poronhoitoalueella, jolle Tshernobylin onnettomuudesta tuli sängen tasainen vähäinen laskeuma, paitsi Hallan paliskunnan kaakkoisnurkkaan, sekä mitkä ovat jäkälän ohella parhaimmat indikaattorikasvilajit laskeumatilanteessa. Eri kasvilajien paliskuntakohtaiset ¹³⁷Cs-pitoisuudet esitetään temaattisten karttojen muodossa, jolloin pitoisuuserojen lisäksi myös alueelliset erot saadaan esille. Pitoisuuksia verrataan paliskunnan maaperän laatuun, erityisesti hyödyntäen suokarttaa. Lisäksi voidaan tarkastella tilastollisia riippuvuuksia kasvialakoh- taisesti suhteessa maaperään ja/tai kasvillisuuteen.

Yhteistyökumppanit

RKTL Porotutkimus, Alfred Colbaert ja Oulun yliopisto.

Aikataulu

2007–2009

Vastuuhenkilö

Jarkko Ylipieti

PARameters for ingestion Dose models for NORdic areas (NKS-PARDNOR)

Tavoite

Hankkeen tavoitteena on RODOS- ja ARGOS-ympäristömalleissa pohjana olevan sisäisen annoksen arviointiin käytettävän ECOSYS-mallin kehittäminen paremmin Pohjoismaiden olosuhteita vastaavaksi ECODOSES-projektissa tehtyjen havaintojen pohjalta (elintarvikkeiden kulutus, tuontielintarvikkeiden osuudet, eläinten ruokintatavat, maalajin mukaiset siirtokertoimet).

Toteutus

Projekti on NKS-hanke. ECOSYS-malliin sisältyvät parametrit tarkistetaan eri Pohjoismaiden olosuhteita paremmin vastaaviksi alueelliset erot huomioiden. Elintarvikkeiden kulutustiedot päivitetään ECOSYS-malliin, tarvittaessa eri alueita varten erikseen. Tuontielintarvikkeiden osuutta kulutuksessa selvitetään tärkeimpien elintarvikkeiden osalta. Eläinten ruokinta eri vuodenaikoina ja käytetyt rehulajit tarkistetaan malliin sisällyttämistä varten. Määritetään maalajikohtaiset siirtokertoimet, jotka sisällytetään malliin, jotta alueelliset erot voidaan paremmin arvioida. Lehtialaindeksit eri kasveille tarkistetaan Pohjoismaiden kasvuolosuhteita vastaaviksi. Yllämainittujen tekijöiden vaihtelun vaikutusta annoksen suuruuteen arvioidaan.

Tuloksista tiedottaminen ja tulosten hyödyntäminen

Tuloksista kirjoitetaan raportti. Työssä hankitun tiedon siirto annoslaskentamalleihin mahdollistaa tarkempien alueellisten annosarvioiden tekemisen.

Yhteistyökumppanit

Risø National Laboratory (koordinaattori), Tanska; Göteborg University, Ruotsi; NRPA; Norja; Geislavarnir ríkisins, Islanti; Frodskaparsetur Føroya, Färsaaret sekä VTT.

Aikataulu

2006–2009

Vastuuhenkilö

Eila Kostiainen

3.3 Eliökunnan säteilysuojelu

Filling knowledge gaps in radiation protection methodologies for non-human biota (NKS-GAPRAD)

Tavoite

Hankkeen tavoitteena on tuottaa siirtokertoimia elinympäristöstä eliöön sellaisille radioaktiivisille aineille ja sellaisille eliöille, joille niitä ei ole aiemmin määritetty tai niistä on vain hyvin vähän tietoa ennestään. Nämä tietopuutteet tunnistettiin EU:n kuudennen puiteohjelman eliöiden säteilysuojelua koskevassa ERICA -projektissa.

Toteutus

Hankkeessa hyödynnetään mahdollisimman paljon muissa hankkeissa otettavia näytteitä ja niissä tuotettavia analyysituloksia (esim. polonium kaloissa) täydentämällä niitä siten, että analysoidaan sama radioaktiivinen aine myös eliön elinympäristöstä (esim. vesi) siirtokertoimen määrittämiseksi. Myös lisänäytteitä eliöistä (esim. sammakko, pikkunisäkkäät) ja niiden elinympäristöstä (maa, vesi, sedimentti) otetaan ja niistä analysoidaan radionuklideja (polonium, plutonium) projektissa sovittavalla tavalla. Lasketaan määritettyjen radioaktiivisten aineiden siirtokertoimet elinympäristöstä kyseisiin eliöihin.

Tuloksista tiedottaminen ja tulosten hyödyntäminen

Tulosten avulla parannetaan ERICA-projektissa kehitettyä eliöiden säteilysuojelun työkalua korvaamalla siinä käytettyjä erilaisin perustein arvioituja siirto-parametreja tutkituilla arvoilla.

Yhteistyökumppanit

NRPA, Norja; Lund University, Ruotsi ja Risø, Tanska.

Aikataulu

2007–2008

Vastuuhenkilö

Ritva Saxén

Environmental Risks from Ionising Contaminants: Assessment and Management (ERICA)

Tavoite

EU:n kuudenteen puiteohjelmaan kuuluvan ERICA-projektin tavoitteena on tuottaa kokonaisvaltainen menettelytapa radionuklidien aiheuttamien ympäristövaikutusten ja -riskien arviointiin ja hallintaan. Ympäristöriskien määrittelyyn ja ympäristöä koskevaan päätöksentekoon pyritään luomaan vankka tieteellinen perusta, jossa on lisäksi asianosaisten tahojen näkemykset otettu huomioon. Säteilyannosten ja riskin arviointimenettelyn luomiseksi tarvitaan tiedostot valittujen radioaktiivisten aineiden kulkeutumisesta maa-, meri- ja makeanveden ympäristöissä sekä tiedosto säteilyn vaikutuksista eliöihin.

Toteutus

STUK on osallistunut radionuklidien kulkeutumista eliöihin koskevan tiedoston tekemiseen ja täydentämiseen. Lisäksi STUK on luonut kontaktit Suomen asianosaisten tahojen kanssa (Suomen EUG-tukiryhmä: YM, SYKE, VTT, Posiva, Fortum, TVO) sekä osallistunut kriteereitä koskevan raportin valmisteluun. Projektissa valmistui eliöiden säteilysuojelua varten kehitetty kokonaisvaltainen kolmiportainen riskinarviointimenettelytapa (ERICA tool) ja sen käyttöä tukeva raportti D-ERICA.

Tuloksista tiedottaminen ja tulosten hyödyntäminen:

Projektissa valmistunut menettelytapa ja muut tulokset esiteltiin kokouksessa, johon osallistui EUG-ryhmän lisäksi muita edustajia osallistujamaiden organisaatioista.

Suomessa hankkeessa saaduista tuloksista tiedotettiin pienimuotoisessa EUG-ryhmälle järjestetyssä seminaarissa. Hankkeen tuloksia tullaan hyödyntämään päätettäessä, miten ympäristön säteilysuojelu tulee ottaa huomioon suomalaisessa lainsäädännössä ja toteutuksessa. Hankkeesta on laadittu useita tieteellisiä julkaisuja Journal of Environmental Radioactivity -lehteen.

Yhteistyökumppanit

Swedish Radiation Protection Authority (SSI, koordinaattori), Ruotsi; Swedish Nuclear Fuel and waste Management Company SKB, Tuorsi; Facilia, Natural Sciences Section, Södertörn University College SUC, Ruotsi; Norwegian Radiation Protection Authority NRPA, Norja; The Research Centre in Energy, Environment and Technology CIEMAT, Espanja; The United Kingdom's Environment Agency EA, Iso-Britannia; University of Liverpool UNILIV, Iso-Britannia; The Centre of Ecology and Hydrology, Iso-Britannia; Westlakes Scientific Consulting WSC,

Iso-Britannia; British Nuclear Fuel plc BNFL, Iso-Britannia; Institute for Radiological and Nuclear Safety IRSN, Ranska; The German National Centre for Environmental and Health GSF, Saksa; The Agricultural University of Norway NLH, Norja ja Electricité de France EDF, Ranska.

Aikataulu

2004–2007

Vastuuhenkilö

Ritva Saxén

ERICAn soveltaminen eliöiden säteilyannosten arviointiin järviökosysteemeissä

Tavoite

Hankkeessa arvioidaan ympäristön radioaktiivisuudesta eliöille aiheutuvia säteilyannoksia kahdessa Suomen järviökosysteemeissä nykyisessä säteilytilanteessa.

Toteutus

Hankkeessa sovelletaan käytäntöön ERICA-projektissa (EU:n 6. puiteohjelma) kehitettyä, eliöiden säteilyaltistuksen arviointiin tarkoitettua ohjelmistoa. Tutkittavat esimerkkitapaukset edustavat eliöiden säteilyaltistuksen ylärajaa vesiympäristössä Tshernobylin onnettomuuden jälkeisessä säteilytilanteessa. Arviointia varten kootaan STUKissa tuotettuja aineistoja järvikalojen, vesikasvien ja muiden eliöiden ^{137}Cs - ja ^{90}Sr -pitoisuuksista tutkimukseen valituissa järvissä. Annoslaskenta tehdään ERICA-mallilla. Saatuja annoksia verrataan STUKissa aiemmin kehitetyllä eliömallilla laskettuihin annoksiin.

Tuloksista tiedottaminen ja tulosten hyödyntäminen

Hanke liittyy eliökunnan säteilysuojelun kansainväliseen kehitykseen. Sen avulla luodaan pohjaa eliökunnan säteilysuojelun soveltamiseen Suomen olosuhteissa tutkimuksen toimintaohjelman tavoitteiden mukaisesti. Artikkelit lähetetään julkaistavaksi tieteelliseen julkaisusarjaan 2009.

Yhteistyökumppanit

Ei STUKin ulkopuolisia yhteistyökumppaneita.

Aikataulu

2008–2009

Vastuuhenkilö

Virve Vetikko

4 Säteilyuhkiin ja onnettomuuksiin varautuminen

4.1 Eurooppalainen päätöksenteon tukijärjestelmä ydinonnettomuuksien varalle (EURANOS)

EURANOS on laaja eurooppalainen valmiustoiminnan kehittämiseen tähtäävä integroitu hanke Euratomin 6. puiteohjelmassa. Hankkeessa on lukuisia alaprojekteja. Koko hankkeen tavoitteena on yhdenmukaistaa valmiustilanteissa käytettäviä menettelytapoja EU:n jäsenmaissa. STUK on mukana useassa EURANOS-alaprojektissa. Koko EURANOS-hankkeen tuloksia tullaan hyödyntämään valmiustilanteissa niin EU-tasolla kuin kansallisestikin. EURANOS-hankkeessa on mukana yli 50 eurooppalaista yhteistyötahoa, niin viranomaisia kuin tutkimuslaitoksia. Hanketta koordinoi Forschungszentrum Karlsruhe GmbH. Hanke on viisivuotinen (2002–2008).

Metsämallin suojaustoimenpiteiden laskennan laajentaminen ja kehittäminen

Tavoite

Tavoitteena on parantaa metsämallien käytettävyyttä yleensä sekä käyttöä metsiin kohdistuvan intervention valmistelussa.

Toteutus

RODOS-metsämalleja FDMF (forest food chain and dose model) ja LCMF (late countermeasure model for forests) täydennetään metsiin liittyvien suojaustoimenpiteiden lisäyksillä ja päivityksillä, jotka laadittiin edeltävään EURANOS-hankkeeseen CAT1RTD01 (2004–2005) ja sen laajennusosaan (2005–2006). Metsämallien täydentäminen on aloitettu uusien ja päivitettävien osien suunnittelulla ja jatkuu tietokoneohjelmien koodauksella ja testauksella sekä mallin integroinnilla RODOS-järjestelmään vuosina 2008–2009.

Tuloksista tiedottaminen ja tulosten hyödyntäminen

EURANOS-konsortion internet-sivuilla on jatkuvasti uusimmat RODOS-mallien kuvaukset. Hanke parantaa metsämallien käytettävyyttä.

Yhteistyökumppanit

FZK, Saksa (koordinointi)

Aikataulu

2006–2009

Vastuuhenkilö

Aino Rantavaara

RODOS-ohjelmiston käytettävyyden parantaminen

Tavoite

Tämä työpaketti kostuu erilaisista, osin toisistaan riippumattomista tehtävistä, jotka kaikki tähtäävät RODOS-järjestelmän käytettävyyden parantamiseen. STUK osallistuu STUKin metsämallien siirtämiseen RODOSin Linux-versioon ja metsämallien tulosten laskemiseen ruudukkoaineistona ja alueittain.

Toteutus

Alueellisen päätöksenteon tukemiseksi metsämalliin ohjelmoidaan funktiota niin, että metsämallien tuloksia voi laskea paitsi ruudukoittain myös alueittain.

Tuloksista tiedottaminen ja tulosten hyödyntäminen

Suomessa vastatoimenpiteitä suunnitellaan usein kunnittain, minkä takia seuraamusarviointi on syytä tehdä myös kunnittain. Tämä tehtävä mahdollistaa kyseisen ohjelmatuen.

Yhteistyökumppanit

FZK ja GFS, Saksa.

Aikataulu

2007–2008

Vastuuhenkilö

Michael Amman

Rodos User Group -työryhmä

Tavoite

Työryhmä koostuu eniten kokemuksia omaavista RODOS-käyttäjistä. Sen tehtävä on pohjustaa laajempia RUG-kannanottoja.

Toteutus

Työryhmä valmisteli RODOS-käyttäjien yhteisen vaatimusedokumentin RODOS-uusimiselle. Tavoitteena on, että uusi RODOS (työnimeltä JRODOS) on helppo-käyttöinen, nykyistä halvempi ylläpitää, ja että se tuottaa tuloksia halutuissa muodoissa. Sen lisäksi työryhmä hahmotteli uuden käyttöliittymän RODOS-järjestelmälle. Ohjenuorana sen suunnittelussa oli, että valtaosalla tulevista käyttäjistä on Windows-tausta. Tämän vuoksi virheilmoituksia pitäisi saada heti ja käyttäjille tulisi tarjota ohjeistusta. RUG-työryhmä seuraa ja kommentoi eri prototyyppjeä JRODOSista ja valmistelee RUG-kokouksia.

Tuloksista tiedottaminen ja tulosten hyödyntäminen

Työryhmä pohjustaa laajempia RUG-kannanottoja. Ryhmän painoarvoa ja merkitystä korostaa erityisesti RODOSin uusimishanke. Uusi käyttöliittymä helpottaa RODOS-käyttäjäkunnan laajentamista STUKissa.

Yhteistyökumppanit

Keskeiset Rodos-käyttäjät eri maista.

Aikataulu

2006–2007

Vastuuhenkilö

Michael Ammann

Säteilymittausten hyödyntäminen mallien kehittämisessä ja operatiivisessa käytössä

Tavoite

Hankkeen tavoitteena on tuottaa ohjeistus erilaisten säteilymittaustulosten hyödyntämisestä mallien kehittämisessä ja operatiivisessa käytössä.

Toteutus

Hankkeen koordinointi on STUKin vastuulla. Hankkeessa selvitetään ja suunnitellaan eri säteilyvaaratilanteisiin liittyvien mittaustulosten tehokasta käyttöä erilaisissa malleissa ja päätöksenteon tukijärjestelmissä (lähinnä RODOS) sekä pyritään yleisesti tukemaan data-assimilaatiostrategioiden jatkokehitystä. Hankkeeseen sisältyy yhteistyötä EURANOSin mallihankkeiden kanssa.

Tuloksista tiedottaminen ja tulosten hyödyntäminen

Lopputuotteena syntyy eurooppalainen, eri tilanteissa käytettävissä olevien mittaustulosten ja mallien liityntäpinnan tehostamista edesauttava ohjedokumentti sekä viranomaisten että alan tutkijoiden ja asiantuntijoiden jatkokäyttöön.

Yhteistyökumppanit

SCK-CEN, Belgia; BfS, Saksa; NRPA, Norja ja DEMAN, Tanska.

Aikataulu

2006–2008

Vastuuhenkilö

Juhani Lahtinen

4.2 Tilannekuvajärjestelmät

LINSSI-tietokannan kehittäminen (LINSSI 2.0)

Tavoite

Projektin tavoitteena on kehittää LINSSI-tietokantaa tukemaan muitakin analyysijä kuin ilmafilttereiden gammaspektrometriaa. LINSSI- ja LIMS-järjestelmät integroidaan siten, että spektrin analysointi tapahtuu Unisampo/Shaman-analyysiohjelmalla LINSSI-tietokannan kautta, minkä jälkeen analyysitiedot siirtyvät LIMS-järjestelmään.

Toteutus

Projekti toteutetaan pääosin yhteistyössä Teknillisen korkeakoulun kanssa. LINSSI 2.0 valmistumisen jälkeen aloitetaan asteittainen mittaus- ja analyysiohjelmien käyttöönotto. LIMS-tietojärjestelmää kehitetään niin, että gamma-analyysin käyttämien näytetietojen siirto LINSSI-tietokantaan ja tulosten automaattinen siirto LINSSI-tietokannasta LIMSiin on mahdollista. LINSSI- ja LIMS-järjestelmien integroinnin jälkeen jatketaan UniSampo/Shaman-ohjelman validointia, toimintaympäristön muokkausta, ohjeiden kirjoittamista ja koulutusta. LINSSI-LIMSin yhteensovituksen jälkeen selvitetään gammaspektrometriin näytemittauksiin parhaiten soveltuva viivakoodisysteemi.

Tuloksista tiedottaminen ja tulosten hyödyntäminen

Projektin tuloksena syntyy uusi versio (2.0) LINSSI-tietokannasta. Uusi versio tukee mm. LIMS-LINSSI-datasiirtoa ja tätä tullaan hyödyntämään STUKin nuklidianalytiikan laboratorion gammaspektrometriassa. Muut LINSSIn parannukset ja muutokset hyödynnetään Turvateknologian laboratorion eri analyysihankkeissa, erityisesti alfaspektrometriassa.

Yhteistyökumppanit

TKK, Health Canada ja PVTk.

Aikataulu

2006–2007

Vastuuhenkilö

Harri Toivonen

Karttajärjestelmien hyödyntäminen mittaustulosten reaaliaikaisessa esittämisessä

Tavoite

Projektin tavoitteena on kehittää ohjelmisto, jossa liikkuvien partioiden mittaustulokset esitetään reaaliajassa ja voidaan tehdä tarvittavia hakuja mittaustietokantaan. Ohjelmisto käyttää hyväksi ESRI:n ArcView ja ArcGIS Engine -tuotteita. Tavoitteena on myös hankkia riittävän kattava kartta-aineisto, jotta tuloksia voidaan hyödyntää.

Toteutus

Hankkeessa otetaan käyttöön uudet karttatyökalut. Ensimmäisessä vaiheessa uusitaan liikkuvien partioiden mittaustulosten esittämiseen liittyvät ohjelmat (liittäminen LINSSI 2.0- ja rnMeasurements-tietokantoihin). Ohjelmistoalustana käytetään ESRI:n ArcGIS Engine -kehitysympäristöä sekä Javaa. Tämän jälkeen tehty ohjelmisto muokataan siten, että sitä voidaan käyttää VASIKAN karttajärjestelmänä. Kolmannessa vaiheessa evaluoidaan ESRI:n ArcGIS Server -karttapalvelinohjelmisto ja tehdään päätös sen soveltuvuudesta USVAn uudeksi karttajärjestelmäksi. Lisäksi selvitetään ESRI:n tuotteiden käyttöä muussa valmiustoiminnassa kuten kuntasuosituskarttojen tekemisessä. Lisäksi tutkitaan mahdollisuutta käyttää tuotteita KETALE-hankkeessa sekä STUKin tutkimus- ja ympäristövalvontaosaston karttajärjestelmien pohjana.

Tuloksista tiedottaminen ja tulosten hyödyntäminen

Projektin tuloksia hyödynnetään säteilyvaaratilanteisiin ja viranomaisten yhteistoimintaan liittyvissä tilannekuvajärjestelmissä. Projektista tiedotetaan ALARA-lehdessä.

Yhteistyökumppanit

ESRI ja kartta-aineiston toimittajat.

Aikataulu

2008–2009

Vastuuhenkilö

Tarja Ilander

Keskittetty tietojärjestelmä leviämis- ja annoslaskentatulosten hallintaan (KETALE)

Tavoite

Tavoitteena on suunnitella ja toteuttaa keskittetty tietojärjestelmä erilaisten ja eri lähteistä tulevien leviämislaskentatulosten hallinnoimiseksi ja kulloinkin tarvittavien raporttien tuottamiseksi.

Toteutus

Hankkeessa selvitetään erilaisia teknillisiä vaihtoehtoja tietojärjestelmän arkkitehtuuriksi ja toteutetaan niistä parhaaksi katsottu (täksi valikoitui selainpohjainen ratkaisu). Tärkeimpiä huomioon otettavia seikkoja ovat tulosten hallinnointi, erilaisten tilanneraporttien teon helpottaminen ja ylipäänsä leviämis- ja annoslaskennan käytännön tehostaminen. Lisäksi järjestelmän avulla pyritään mahdollisuuksien mukaan edesauttamaan mallitulosten keskinäistä vertailua. Järjestelmää on voitava käyttää myös koulutuksessa ja valmiusharjoituksissa.

Tuloksista tiedottaminen ja tulosten hyödyntäminen

Lopputuotteena syntyvä KETALE-järjestelmä tehostaa ja helpottaa Suomen viranomaisten toimintaa erilaisten säteilyvaaratilanteiden hoitamisessa ja niihin valmistautumisessa. KETALEen perusversio esitellään erillisessä loppuseminaarissa keväällä 2008 ja siitä kerrotaan kansainvälisissä kokouksissa. Aiheesta kirjoitetaan mahdollisesti myös artikkeli kansainväliseen lehteen.

Yhteistyökumppanit

Ilmatieteen laitos

Aikataulu

2005–2008

Vastuuhenkilö

Juhani Lahtinen

Säteilymittausstrategia

Tavoite

Tavoitteena on laatia STUK-tason strategia säteilymittausten toteuttamisesta erilaisissa säteilyvaaratilanteissa.

Toteutus

Säteilymittausstrategiaselvityksen yleisosa valmistui jo v.uoden 2004 puolella. Vuosina 2005–2006 on kerätty erilaisia taustatietoja mm. vuonna 2006 käynnistyneen EURANOS-hankkeen säteilymittausten hyödyntämiseen mallien kehittämisessä ja operatiivisessa käytössä tähtäävän työn puitteissa. Varsinainen käytännön strategioihin keskittyvä osa toteutetaan vuosina 2008–2009.

Tuloksista tiedottaminen ja tulosten hyödyntäminen

Taustaselvityksessä saatuja yleisiä tietoja ja näkemyksiä on osin esitelty artikkelissa ”Effective use of radiation monitoring data and dispersion calculations”, joka ilmestyi International Journal of Emergency Management -lehdessä vuonna 2007.

Yhteistyökumppanit

Itse hanke toteutetaan STUKin voimin, mutta erilaisia yhteyksiä on tarvittaessa muiden säteilyvalvonta- ja pelastusviranomaisten kanssa.

Aikataulu

Mittausstrategiaselvitys valmistuu vuoden 2009 alkupuoliskolla.

Vastuuhenkilö

Raimo Mustonen

Paikkatietoaineiston hyödyntäminen säteilyonnettomuustilanteessa Suomen Lapissa

Tavoite

Projektissa tehdään yhteenveto läänin valmiusharjoituksissa käytetyistä säteilyonnettomuutta koskevista paikkatietoaineistoista vuosina 2000–2004. Yhteenvedon tavoite on hyödyntää paikkatiedon yhteiskäyttöä viranomaisen välillä säteilyonnettomuustilanteessa. Samalla tuotetaan RODOS-tietokantaan arktisen alueen erityisoloja koskevaa tietoa kasvillisuudesta (kasvillisuusvyöhykkeistä, kasvilajeista ja kasvukaudesta) sekä elinkeinoista poronhoitoalueittain ja tarjotaan näin mahdollisuutta käyttää digitaalista paikkatietoaineistoa alueellisesti päätöksenteon tukena valmiustilanteessa.

Toteutus

Lapin läänin valmiusharjoituksien yhteydessä on havaittu puutteita paikkatiedon osalta, jotka liittyivät sekä tiedon ajantasaisuuteen, tiedon laadullisiin seikkoihin ja sitä kautta myös tiedon yhteiskäytön tehostamiseen. Hanke aloitetaan määrittelyllä, jonka tavoitteena on selvittää eri osapuolten tarpeet edellä kuvatussa tilanteessa. Lisäksi määritellään paikkatieto käsitteenä ja luokitellaan aineisto siten, että se on priorisoitavissa käyttötilanteen mukaan. Tarvekartoituksen yhteydessä selvitetään osapuolten käytössä oleva tämän hetkinen paikkatietoaineisto ja samalla tarkistetaan sen laadullinen käytettävyys.

Mallintamista varten käytetään joko jo olemassa olevaa mallia, siitä mukautettua mallia tai pyritään valmistamaan kokonaan uusi malli esimerkiksi jäkälä-poro-ihminen ravintoketjun kuvaamiseksi. Kun malli on todettu tarkoituksenmukaiseksi ja se on käytettävissä RODOS-järjestelmässä, Rodos-tietokantaan siirretty tieto liitetään ympäristödatana Rodos-ajoon. Ajon tuloksena saatu informaatio tulkitaan sekä jalostetaan edelleen toimenpide-ehdotukseksi ko. tilanteessa. Toimenpide-ehdotukset määritellään sekä vastatoimen kanssa että ilman vastatoimia.

Tulosten hyödyntäminen

Tuloksia hyödynnetään säteilylaskeumatilanteessa poroelinkeinoon kohdistuvien säteilyvaikutusten arvioinnissa sekä lyhyellä että pitkällä aikavälillä.

Yhteistyökumppanit

Paliskuntainyhdistys, Lapin lääninhallitus, Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos ja Oulun yliopisto.

Aikataulu

Kirjallisuusselvitys (LuK) aiheesta valmistuu vuonna 2008.

Vastuuhenkilö

Jarkko Ylipieti

Radioaktiivinen laskeuma talvella (LUMI)

Tavoite

Projektin tavoitteena on tutkia radioaktiivista laskeumaa talvella lumen peittämällä maalla. Tutkitaan radioaktiivista laskeumaa eri olomuodoissa (märkä- ja kuivalaskeuma) ja sen kulkeutumista lumessa eri lämpötiloissa (pakkaslumi, nollakeli, lumen sulaminen) ja selvitetään mahdollisia puhdistamiskeinoja etenkin asutuilla alueilla sekä viljelysmailla. Pyritään selvittämään myös mm. roudan, aluskasvillisuuden, puiden ja tuulen vaikutusta radionuklidien kulkeutumiseen.

Toteutus

Tutkimus taustoitettiin kirjallisuusselvityksellä ja suoritettiin ensin laboratorio-oloissa. Tutkimuksen toisessa osassa testataan radioaktiivisten aineiden kulkeutumista luonnollisissa olosuhteissa. Kaikki kokeet tehdään ensin stabiileilla aineilla (Sr tai Cs).

Tuloksista tiedottaminen ja tulosten hyödyntäminen

Tulokset julkaistaan kansainvälisessä lehdessä ja niitä käytetään hyväksi valmistilanteessa. Tutkimuksesta syntyy pro gradu -työ.

Yhteistyökumppanit

Ei STUKin ulkopuolisia yhteistyökumppaneita.

Aikataulu

2007–2009

Vastuuhenkilö

Marko Junttila

4.3 Säteilysuojelutoimenpiteet

Hoidon suunnittelu säteilyonnettomuuden jälkeen (TIARA)

Tavoite

Tavoitteena on muodostaa eurooppalainen verkosto parantamaan lääketieteellistä kriisivalmiutta radioaktiivisten aineiden tahallisen levittämisen varalta.

Toteutus

Hankkeen aikana luodaan radioaktiivisten aineiden tahallisen levittämisen varalta lääketieteelliset hoito-ohjeet ja annosarvio-ohjeet. Lisäksi ennakoidaan hoitotarpeita ja vasta-ainelääkkeiden varastointitarpeita ja kartoitetaan tieteellistä ja teknistä kehitystä uusien hoitomuotojen osalta.

Tuloksista tiedottaminen ja tulosten hyödyntäminen

Luodaan eurooppalainen verkosto parantamaan lääketieteellistä kriisivalmiutta radioaktiivisten aineiden tahallisen levittämisen varalta.

Yhteistyökumppanit

Commissariat à l’Energie Atomique CEA, Ranska; Centrum för strålningsmedicin CSM, Ruotsi; Karolinska sjukhuset, Ruotsi; Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas CIEMAT, Espanja; Forschungszentrum Karlsruhe GmbH FZK, Saksa; National Radiological Protection Board NRPB, Iso-Britannia; Institute of Naval Medicine INM, Iso-Britannia ja Statens Räddningsverk SRSA, Ruotsi.

Aikataulu

2005–2007

Vastuuhenkilö

Wendla Paile

Pohjoismainen käsikirja rakennetun ympäristön puhdistamiseksi radioaktiivisista aineista (NKS-URBHAND)

Tavoitteet

Hankkeen tarkoitus on tarjota pohjoismaisille valmiusorganisaatiolle käsikirja puhdistustoimenpiteiden suunnittelua varten.

Toteutus

STUK osallistuu käsikirjan luonnosteluun, soveltuvuuden arviointiin sekä lopullisen version tuottamiseen.

Tuloksista tiedottaminen ja tulosten hyödyntäminen

Tuloksia hyödynnetään STUKin valmiustoiminnan kehittämisessä, valmiusohjeissa ja sidosryhmien neuvonnassa ja koulutuksessa.

Yhteistyökumppanit

Risø, Tanska; IFE, Norja ja SLU, Ruotsi.

Aikataulu

2004–2007

Vastuuhenkilö

Michael Ammann

Potilaiden luokittelu, seuranta ja hoito -käsikirja väestöä koskevista toimenpiteistä tahallisen säteilyaltistuksen jälkeen (TMT HANDBOOK)

Tavoite

TMT-projektin päätarkoitus on tehdä käytännön käsikirja auttamaan säteilyn tahallisesta väärin käytöstä aiheutuneiden tilanteiden hoitamista.

Toteutus

Projekti on ns. EU:n STREP-projekti (specific targeted research project), jossa STUK vastaa työpaketti 3:sta (WP3, Guidelines for Triage and Monitoring). WP3 keskittyy heti tilanteen alkuvaiheessa tapahtuvaan ihmisten monitorointiin ja siihen perustuvaan ryhmittelyyn unohtamatta kuitenkin väestön informoimista. Käsikirjan todennäköisiä käyttäjiä useasta eri maasta pyydetään kommentoimaan käsikirjaluonnosta. Heitä myös innostetaan testaamaan käsikirjaluonnosta valmiusharjoitusten yhteydessä. Kommenttien pohjalta tehdään paranneltu versio, jonka avulla toiminta Euroopassa voidaan harmonisoida.

Tulosten hyödyntäminen

Projektin tiedotuksesta vastaa NRPA, Norja. Lisäksi STUK järjestää kansallista tiedotusta ja koulutusta käsikirjan mahdollisille käyttäjille. Hankkeen tuloksia hyödynnetään myöhemmin mm. STUKin valmiusohjeissa.

Yhteistyökumppanit

SCK-CEN, Belgia; NRPA, Norja; ENVIROS, Iso-Britannia; HPA, Iso-Britannia; CLRP, Puola sekä WHO.

Aikataulu

2006–2009

Vastuuhenkilö

Tua Rahola

4.4 Turvateknologia

Säteilyilmaisimen ja näytteenottoyksikön toteutus lennokkiin

Tavoite

Projektin tavoitteena on toteuttaa lennokkiin soveltuva säteilyilmaisinlaitteisto ja näytteenottoyksikkö.

Toteutus

Projektin ensimmäinen vaihe toteutettiin STUKin, Patria Systems Oy:n ja Senya Oy:n yhteishankkeena (2006–2007). STUKin tehtävänä hankkeessa oli kartoittaa lennokkiin soveltuvat säteilyilmaisimet, määritellä lennokin maa-aseamalla tarvittava toiminnallisuus säteilytiedustelun osalta, testata lennokkiin valittavan säteilyilmaisimen toiminta, toteuttaa osaltaan säteilyilmaisinlaitteiston kenttätestit sekä osallistua Senya Oy:n kanssa näytteenottoyksikön toteutuksen suunnitteluun ja testaukseen.

Projektin toinen vaihe toteutetaan MATINEn rahoittamana tutkimuksena (2008). Siinä tarkastellaan spektrometrin käyttöä lennokissa. Projektiin liittyy myös ulkoisen säteilyn annosnopeuden laskeminen suoraan gammaspektristä.

Tuloksista tiedottaminen ja tulosten hyödyntäminen:

Projektin ensimmäisen vaiheen tutkimustulokset luovutetaan Patria Oy:lle, joka hyödyntää niitä lennokin suunnittelutyössä. Patria Oy vastaa myös tiedotuksesta. Spektrometrisiä tutkimuksia hyödynnetään STUKin liikkuvan laboratorion SONNin toiminnassa sekä muissa spektrometrisissä mittauksissa, joiden tuloksena on saatava myös tieto annosnopeudesta. Projektin tuloksista laaditaan useita raportteja ja julkaisuja tieteellisiin aikakauslehtiin.

Yhteistyökumppanit

Patria Oy ja Senya Oy.

Aikataulu

2006–2008

Vastuuhenkilö

Roy Pöllänen

Viranomaisten asiantuntijajärjestelmä säteilyinformaation keräykseen, käsittelyyn ja analyysiin (VASIKKA)

Tavoite

Projektin tavoitteena on tuottaa turvallisuusviranomaisille käyttökelpoinen säteilyn mittaamiseen, radioaktiivisten aineiden tunnistamiseen ja tilanteen turvallisuusmerkityksen arviointiin soveltuva asiantuntijajärjestelmä.

Toteutus

Projektissa suunnitellaan ja toteutetaan prototyypilaitteistossa käytettäväksi tarkoitettu asiantuntija-ohjelmisto säteilymittaustiedon keräämiseen ja analyysiin. Lisäksi ohjelmiston yhteyteen kerätään tukiaineistoa poikkeavan säteilytilanteen turvallisuusmerkityksen arviointiin. Projektiin sisältyy myös prototyypilaitteiston integraatiokokoonpano. Prototyypilaitteiston monikanava-analysaattorien ohjaukseen käytettävään ohjelmistoon tarvittavat muutokset tilataan ulkopuoliselta yritykseltä.

Tuloksista tiedottaminen ja tulosten hyödyntäminen

Projektin tuloksena syntyy prototyypilaitteisto, joka soveltuu kaupallistettavaksi tuotteeksi ja edelleen operatiiviseen käyttöön muille turvallisuusviranomaisille. Tuloksista tiedotetaan alan lehdissä.

Yhteistyökumppanit

STUKin ulkopuolisia yhteistyökumppaneita ei osallistu tutkimukseen, mutta projektia ja sen tuotoksia esitellään muille turvallisuusviranomaisille jo projektin aikana.

Aikataulu

2007–2009

Vastuuhenkilö

Petri Smolander

Alfaspektrometrian analyysiohjelmisto

Tavoite

Projektin tavoitteena on hankkia alfaspektrien analysointikyky toteuttamalla tarkoitukseen sopivat analyysityökalut.

Toteutus

ADAM-ohjelman avulla voidaan käsitellä sellaisia spektrejä, joissa alfapiikkien muoto voidaan esittää Gaussisen funktion ja eksponenttifunktioiden konvoluutiona. AASI-ohjelmalla voidaan simuloida muunkin muotoisia piikkejä, ja näitä muotoja käytetään hyväksi piikkien sovituksessa. ADAM-ohjelmaan toteutetaan LINSSI-tietokantaliittymä.

Tuloksista tiedottaminen ja tulosten hyödyntäminen

Projektin tuloksia ovat toimivat ja raportoidut analyysiohjelmat, joita voidaan hyödyntää alfaspektrometriassa. Tieteellinen raportointi toteutetaan kansainvälisessä julkaisusarjassa sekä tieteellisissä seminaareissa. Projektin tuloksilla on turvallisuussovelluksia kansallisesti ja kansainvälisesti, erityisesti ydinmateriaalivalvonnassa ja rikosten torjunnassa (^{210}Po -analyysi kentällä).

Yhteistyökumppanit

Konsultti Andreas Pelikan

Aikataulu

2006–2008

Vastuuhenkilö

Harri Toivonen

Näytteenottomenetelmä radioaktiivisia aineita sisältäviltä pinnoilta

Tavoite

Projektin tavoitteena on kehittää menetelmä näytteenottoon kontaminoituneilta pinnoilta. Keruun jälkeen näytteet analysoidaan käyttäen esimerkiksi suoraa alfaspektrometriaa.

Toteutus

Perinteisessä menetelmässä näytteenotto toteutetaan pyyhkimällä pintoja materiaalilla, johon radioaktiiviset hiukkaset tarttuvat. Tällaisen näytteen analysoiminen vaatii lähes aina työlästä jatkokäsittelyä. Nyt kehitettävässä menetelmässä näytteenotto toteutetaan irrottamalla radioaktiiviset hiukkaset pinnoilta voimakkaan paineilmasuihkun avulla ja keräämällä irronneet hiukkaset kalvo-suodattimelle käyttämällä hiukkaskerääjää. Suodattimet mitataan ja analysoidaan esimerkiksi suoran alfa-, gamma- tai röntgenspektrometrian avulla. Menettelytapa soveltuu käytettäväksi erityisesti tapauksiin, jossa pitää valita suuresta näytejoukosta vain pieni osa tarkempia jatkoanalyysejä varten. STUK kehittää ja arvioi näytteenottomenetelmän teoreettiset perusteet (DI-työ); Senya Oy suunnittelee ja toteuttaa osan testilaitteistoista.

Tuloksista tiedottaminen ja tulosten hyödyntäminen

Projektin tuloksena syntyy prototyyppilaitteisto, jolla voidaan kerätä kontaminoituneilta pinnoilta hyvälaatuinen näyte nopeasti analysoitavaksi alfa-, gamma- tai röntgenspektrometrian avulla. Alustavat tulokset raportoidaan kansainvälisessä seminaarissa. Tieteellinen raportointi toteutetaan kansainvälisessä julkaisusarjassa. Projektin tuloksilla on turvallisuussovelluksia kansallisesti ja kansainvälisesti, erityisesti ydinmateriaalivalvonnassa ja rikosten torjunnassa (²¹⁰Po-analyysi kentällä).

Yhteistyökumppanit

Senya Oy ja Health Canada.

Aikataulu

2007–2008

Vastuuhenkilö

Harri Toivonen

Xe-isotooppien ydinfysikaaliset ominaisuudet

Tavoite

Projektissa määritetään ^{133}Xe :n sisäinen konversiokerroin.

Toteutus

Projektiin liittyvät mittaukset suoritettiin Jyväskylän yliopiston kiihdytinlaboratoriossa keväällä 2006. Mittausaineiston pikainen analysointi osoitti datan olevan ensiluokkaista. Projektin jälkimmäisessä osassa (2007) aineisto analysoitiin yksityiskohtaisesti STUKissa.

Tuloksista tiedottaminen ja tulosten hyödyntäminen

Projektin tuloksena syntyi aiempaa tarkempi kuva $^{133\text{m}}\text{Xe}$:n hajoamisesta. Tarkentunut kuva on ensiarvoisen tärkeä CTBT (Comprehensive Nuclear Test Ban -Treaty) yhteisölle. Projektin tulokset julkaistiin kansainvälisessä tiedelehdessä ja pro gradu -tutkielmassa. Lisäksi työtä tuotiin esille alan tieteellisissä kokouksissa ja CTBTO:n työkokouksissa.

Yhteistyökumppanit

Jyväskylän yliopisto

Aikataulu

2006–2007

Vastuuhenkilö

Kari Peräjäarvi

Radioactive particles in a Nordic context (HOT)

Tavoite

NKS-HOT-hankkeessa selvitetään radioaktiivisten hiukkasten analysointiin liittyvää problematiikkaa. STUK osallistuu hankkeeseen tavoitteenaan seurata radioaktiivisten aineiden analytiikan alalla tapahtuvaa kehitystä.

Toteutus

Projekti toteutetaan pohjoismaisten tutkimuslaitosten yhteishankkeena. STUK tutkii suoran alfaspektrometrian käyttöä näytteisiin, jotka sisältävät hiukkasmaisia radioaktiivisia aineita. Tavoitteena on osoittaa menetelmän käyttökelpoisuus. STUKissa projektin aikana kehitettäviä spektrianalyysin työkaluja sovelletaan testinäytteisiin.

Tuloksista tiedottaminen ja tulosten hyödyntäminen

Tuloksia hyödynnetään STUKissa mm. kentällä tehtävissä säteilymittauksissa ja ne raportoidaan tieteellisinä artikkeleina.

Yhteistyökumppanit

Norwegian University of Life Sciences UMB, Norja; Risø National Laboratory, Tanska; Swedish Defence Research Agency FOI, Ruotsi; Lund University, Ruotsi ja Institute for Energy Technology IFE, Norja.

Aikataulu

2007–2008

Vastuuhenkilö

Roy Pöllänen

Näytettä tuhoamaton analyysi (PANDA)

Tavoite

Projektissa tutkitaan ainetta rikkomatonta mittaustekniikkaa (Non-Destructive Analysis, NDA) ja kehitetään mittausteitä ja ohjelmistot, joiden avulla näytteestä voidaan havainnoida samanaikaisesti erilaisia säteilylajeja. Tavoitteena on suunnitella ja valmistaa koelaitteisto PANDA, Particle Activities by NDA.

Toteutus

Suunnitellaan ja valmistetaan koelaitteisto, jolla energiaemissio – alfa, röntgen-, elektroni ja gammapulssi – rekisteröidään tapahtumina, individuaalisesti. Tämä tekniikka mahdollistaa erilaisia näkymiä näytteeseen (mm. koinsidenssiteknika). Lisäksi tutkitaan uusia näytteenkeruumenetelmiä pinnoilta ja ilmasta sekä analyyseissä tarvittavien ohjelmistojen käyttöönottoa yksittäisanalyyseissä.

Tuloksista tiedottaminen ja tulosten hyödyntäminen

Projektista tullaan kirjoittamaan opinnäytteitä, mm. väitöskirja sekä useita kansainvälisissä tiedeajakauslehdissä julkaistavia artikkeleita. Lisäksi tehdään useita yleistajuisia julkaisuja suurelle yleisölle. Tutkimustuloksilla on sovelluksia erityisesti ydinmateriaalivalvontaan, jossa tarvitaan isotooppisuhteiden määrittämistä yksittäisistä uraani- tai plutoniumhiukkasista. Tutkimuksessa syntyvä tietotaito on tarkoitus tuotteistaa.

Yhteistyökumppanit

Jyväskylän yliopisto, Oxford Instruments ja Senya Oy.

Aikataulu:

2008–2011

Vastuuhenkilö

Harri Toivonen

Rikastetun $^{113\text{m}}\text{Xe}$ -näytteen valmistus ja karakterisointi

Tavoite

Tavoitteena on kehittää rikastetun $^{113\text{m}}\text{Xe}$ -näytteen valmistusmenetelmää.

Toteutus

$^{113\text{m}}\text{Xe}$ ($T_{1/2} = 2.19\text{d}$) hajoaa 100 % ^{113}Xe ($T_{1/2} = 5.25\text{d}$), joka edelleen beeta-hajoaa stabiiliksi ^{113}Cs (^{113}Cs vitystilojen kautta). Tämä tarkoittaa siis sitä, että näytteessä on maksimissaan ainoastaan kahta radioaktiivista nuklidia, joiden suhteen testaaja voi valita haluamakseen. Lisäksi ksenon voitaneen vapauttaa kaasufaasiin yksinkertaisesti lämmittämällä kalvoa, johon se on implantoitu.

Tuloksista tiedottaminen ja tulosten hyödyntäminen

Mikäli kehitystyö tuottaa halutun tuloksen, voitaisiin ko. näytteillä testata ja optimoida CTBTO:n jalokaasulaitteistojen toimintaa tai käyttää niitä CTBTO:n jalokaasuasemien laadunvalvontaan. Onnistuessaan/toteutuessaan projekti tuottaisi uuden mielenkiintoisen menetelmän, jolla olisi relevanssia kattavan ydinkoekieltosopimuksen valvontaan.

Yhteistyökumppanit

Jyväskylän yliopisto

Aikataulu:

2008–2009

Vastuuhenkilö

Kari Peräjärvi

Vedenjakelujärjestelmien turvallisuus ja dekontaminointi tahallisen kontaminoinnin jälkeen (SecurEau)

Tavoite

Tutkimus toteutetaan EU:n 7. puiteohjelman hankkeena. Sen tavoitteena on rajoittaa väestöön kohdistuvia vaikutuksia, jotka johtuvat vedenjakelujärjestelmän tahallisesta kontaminoinnista sekä saattaa käytäntöön soveltuvat toimenpiteet, joilla kontaminoitunut vedenjakelujärjestelmä voidaan nopeasti kunnostaa.

Toteutus

Vedenjakelujärjestelmien suojattomuus tahallisia hyökkäyksiä vastaan on eräs tärkeimmistä huolenaiheista turvallisuusviranomaisille ja vesilaitoksille. SecurEau-projekti havainnollistaa, miten suunnitellaan ja toimeenpannaan tehokkaat ja oikea-aikaiset vastatoimet CBRN-iskun kohdatessa (Chemical, Biological, Radiological, and Nuclear). Projektissa hyödynnetään saatuja kokemuksia aiemmista ja käynnissä olevista NATOn, USEPAn ja EU:n projekteista (mm. SAFER, COCERSI, CARE-W, CARE-S ja TENAWA).

STUK osallistuu työpaketteihin, joissa keskitytään off-line-pikamenetelmiin, joilla määritetään kontaminaatiota vedestä ja biofilmeistä, mallinnetaan kontaminanttien keräytymistä putkiston pinnoille, tutkitaan jakelujärjestelmän dekontaminoimista sekä kehitetään projektin sisäistä viestintää ja suunnitel- laan tehokas tuloksista tiedottaminen eri kohderyhmille.

Tuloksista tiedottaminen ja tulosten hyödyntäminen

Tuloksista tiedotetaan tehokkaasti tiedeyhteisölle, vesilaitoksille, kansallisille viranomaisille ja alueellisille viranomaisille sekä EU:n komiteoille ja muille aihepiiriin liittyville tutkimushankkeille (Techneau, PASR2006) mm. projektin internet-sivujen kautta.

Yhteistyökumppanit

Kansanterveyslaitos; NanCIE, Ranska; CNRS (LCPME), Ranska; Anjou Recherche/ Veolia Environnement, Ranska; IWW, Saksa; University of Southampton, Iso-Britannia; FEUP, Puola; Riga Technical University, Latvia; CEMAGREF, Ranska; CEA Saclay, Ranska; Three Valleys Waters, Iso-Britannia sekä Yorkshire Water Services Ltd, Iso-Britannia.

Aikataulu

2008–2012

Vastuuhenkilö

Maarit Muikku

5 Dosimetria ja mittaussmenetelmät

5.1 Lääketieteellisen säteilyn dosimetria

Protonien ja raskaiden ionien energianmenetys vedessä

Tavoite

Tavoitteena on mitata veden jarrutuskyky protoni- ja raskasionisuihkuille sädehoidon ja kosmisen säteilyn dosimetrian kannalta kiinnostavalla energia-alueella (noin 1–30 MeV/nukleoni).

Toteutus

Protonien ja raskaiden ionien sädehoidon ja kosmisen säteilyn dosimetrinen data perustuu lähes yksinomaan teoreettisiin malleihin: veden jarrutuskykyä ei näille ioneille ole kokeellisesti määritetty. Teoreettisten mallien epävarmuus on tyypillisesti suurin matalaenergisille (alle 20 MeV/nukleoni) ioneille. Työssä kehitetään uudenlainen, nestemäisille kohtioille soveltuva mittaussjärjestelmä, jonka avulla jarrutuskyky voidaan määrittää lähes mille tahansa raskasionisuihkulle. Veden jarrutuskykymittaukset suoritetaan Jyväskylän yliopiston kiihdytinlaboratoriossa. Kohtiota lukuun ottamatta työssä hyödynnetään olemassa olevia kiihdytinlaboratorion laitteita.

Tuloksista tiedottaminen ja tulosten hyödyntäminen

Tulokset julkaistaan kansainvälisessä lehdessä. Tuloksia voidaan käyttää hyödyksi kosmisen säteilyn sekä sädehoidon dosimetriassa. Tulosten avulla säteilyannoksen arvioinnin luotettavuus paranee, ja laskennallisten menetelmien tarkkuutta voidaan paremmin arvioida. Veden jarrutuskyky on perustietoa monessa muussakin dosimetrian sovelluksessa.

Yhteistyökumppanit

Jyväskylän yliopisto, fysiikan laitos; JINR Dubna, Venäjä; Radium Institute, Venäjä; University of Lodz, Puola sekä Technical University Darmstadt, Saksa.

Aikataulu

2007–2010

Vastuuhenkilö

Teemu Siiskonen

Diagnostisen radiologian dosimetria (IAEA:n oppaan koekäyttö)

Tavoite

Tavoitteena on arvioida IAEA:n diagnostisen radiologian dosimetriaoppaassa kuvattujen menetelmien käyttökelpoisuutta ja tarkkuutta. Arviointi ja menetelmien koekäyttö koskee sekä mittareiden kalibrointia että kliinisen dosimetrian mittausten menetelmiä.

Toteutus

Hanke kuuluu IAEA:n yhteistyöhankkeeseen (co-ordinated research project) ja koko projektiin osallistuu laboratorioita ja sairaaloita useista maista. STUKin osalta arviointi toteutetaan vertailemalla IAEA:n suosittamia dosimetrian menetelmiä Suomessa käytössä oleviin menetelmiin sekä STUKin mittanormaali-laboratoriossa (kalibroinnit) että terveydenhuollon röntgensäteilyn käyttöpaikoilla (kliininen dosimetria).

STUK koordinoi pinta-ala annosmittareiden käyttöön liittyvää työosuutta ja lisäksi testataan ja arvioidaan erityisesti mammografian ja tietokonetomografian mittausten menetelmiä. Projektiin liittyen toteutetaan myös kalibrointi- ja mittausvertailuja projektiin osallistuvien partnereiden kesken.

Tuloksista tiedottaminen ja tulosten hyödyntäminen

Projektin tulokset julkaistaan IAEA:n TECDOC-sarjassa ja yksittäisiä tuloksia myös kansainvälisissä tieteellisissä lehdissä. Tuloksia hyödynnetään sekä STUKin mittanormaali-laboratorion kalibrointimenetelmien ja terveydenhuollon valvonnassa tehtävien mittausten luotettavuuden parantamisessa sekä säteilyn käyttäjille suunnatussa opastuksessa.

Yhteistyökumppanit

IAEA; Greek Atomic Energy Commission GAEC, Kreikka; Institut für Biomedizinische Technik und Physik, Itävalta; Newcastle General Hospital, Iso-Britannia; National Institute for Radiological Protection, Kiina; National Radiation Protection Institute, Tsekki; Frederic Joliot-Curie National Research Institute for Radiobiology, Unkari; Instituto de Radioprotecao e Dosimetria, Brasilia; Department of Medical Sciences, Division of Radiation and Medical Devices, Thaimaa; Institute of Nuclear Sciences and Technology, Vietnam; Centro de Proteccion e Higiene de las Radiaciones CPHR, Kuuba sekä Széchenyi István University, Unkari.

Aikataulu

2006–2008

Vastuuhenkilö

Antti Kosunen

Mammografian annosmittausten vertailu ja kehitys

Tavoite

Tavoitteena on selvittää mammografian dosimetriassa käytettäviä mittausmenetelmiä, tutkia eri mittarityyppien ominaisuuksia ja käyttöä mammografian energia-alueella sekä selvittää mammografiassa käytettävien mittareiden kalibroitartarve ja kalibroinnissa käytettävät säteilylaadut. Projekti liittyy osittain IAEA:n diagnostisen radiologian mittausohjeen testaukseen.

Toteutus

Selvitetään mammografia-alueen ilmakermamittauksissa käytössä olevat mittarityypit ja kalibroidaan erityyppisiä mittareita mammografiassa käytettävällä energia-alueella. Kliinisiä säteilylaatuja simuloidaan kalibroinneissa volframi-, rhodium- ja molybdeenisuodattimilla. Mammografialaitteiden annosmittauksia tehdään käytössä olevilla menetelmillä ja selvitetään niiden väliset erot ja vaikutukset lopputulokseen. Tulosten perusteella tehdään johtopäätökset kalibroitartarpeesta ja tarvittavista säteilylaaduista kalibroinneissa sekä mittareiden ominaisuuksista. Lisäksi arvioidaan mammografialaitteiden mittauksissa käytettävien menetelmien luotettavuutta.

Tuloksista tiedottaminen ja tulosten hyödyntäminen

Tulokset julkaistaan STUK-STO-TR-raporttina tai DOSin dokumenttina, IAEA:n ohjeen testausta koskevassa julkaisussa, ja mahdollisesti kansainvälisessä lehdessä tai kansainvälisen kokouksen raportissa.

Yhteistyökumppanit

Kotimaiset sairaalat

Aikataulu

2008

Vastuuhenkilö

Paula Toroi

Sädehoidon tasolevyionisaatiokammioiden kalibrointi ^{60}Co -gamma-säteilykeilassa

Tavoite

Tavoitteena on selvittää sädehoidossa elektronisäteilykeilojen annosmittauksissa käytettävien tasolevyionisaatiokammioiden kalibroinnin tarkkuus ja luotettavuus, kun kalibrointi tehdään ^{60}Co -gamma-säteilykeilassa. Vuodesta 1999 lähtien kiihdytinhoitolaitteiden elektronisäteilykeilojen annosmittauksissa käytettävät tasolevyionisaatiokammiot on kalibroitu kiihdyttimen elektronikeilassa sairaalassa, koska tasolevykammioiden ominaisuuksien todettiin vaihtelevan suuresti kammiotyyppin eri yksilöiden kesken. Kammioiden ominaisuudet ovat kuitenkin parantuneet viime vuosina ja mahdollisuudet yksinkertaisempaan kalibrointimenettelyyn selvitetään tässä hankkeessa.

Toteutus

Tutkimusta varten tasolevykammiot kalibroidaan IAEA-ohjeen (TRS 398) mukaisesti vesifantomissa sekä STUKin mittanormaallaboratorion ^{60}Co -gamma-säteilykeilassa että sairaalan lineaarikiihdyttimen elektronisäteilykeilassa (16–20 MeV), kalibrointisuurena veteen absorboitunut annos. Samalla uudistetaan mittanormaallaboratorion kalibrointifantomi ja ionisaatiokammioiden syvyysasettelua varten otetaan käyttöön laseretäisyysmittari. Tulosten perusteella selvitetään ^{60}Co -gamma-säteilykeilassa tehdyn kalibroinnin tarkkuus ja luotettavuus sekä arvioidaan kalibrointimenettelyn muutosten seurausvaikutukset.

Tuloksista tiedottaminen ja tulosten hyödyntäminen

Tulokset julkaistaan STUK STO-TR-raporttina ja mittanormaallaboratorion laatukäsikirjan dokumentteina (epävarmuusarviot). Kalibrointimenettelystä tiedotetaan sädehoidon fyysikoiden neuvottelupäivillä. Kalibrointikäytännön muutos pienentää kalibroinnin epävarmuutta ja yksinkertaistaa kalibrointikäytäntöä.

Yhteistyökumppanit

Sädehoitoyksiköt

Aikataulu

2008

Vastuuhenkilö

Ilkka Jokelainen

5.2 Sisäinen dosimetria

Suorien ihmismittauslaitteistojen matemaattinen kalibrointi

Tavoite

Hankkeen tavoitteena on ottaa käyttöön matemaattisiin malleihin perustuvat laskennalliset ihmisfantomit eli ns. voxel-fantomit kokokehomittauslaitteistojen kalibroinnissa.

Toteutus

Tutustutaan kirjallisuuden kautta eri maissa käytössä oleviin voxel-fantomeihin ja ohjelmistoihin. Lisäksi perehdytään fantomien käyttöön ja tarvittaviin ohjelmistoihin sekä ilmaisinspesifikaatioihin IRSN:ssä Ranskassa. Sovelletaan menetelmää STUKissa käytössä oleviin laitteistoihin.

Tuloksista tiedottaminen ja tulosten hyödyntäminen

Laskennallisten mallien avulla voidaan ottaa helpommin huomioon erikokoiset ihmiset, radionuklidien epätasainen jakautuminen kehoon sekä säteilyn erilainen absorboituminen eri kudostyyppeihin kuin käytettäessä perinteisiä kokokeho- tai elinfantomeja. Tuloksista laaditaan tieteellinen julkaisu 2010.

Yhteistyökumppanit

IRSN, Ranska

Aikataulu

2007–2010

Vastuuhenkilö

Jussi Huikari

Ihmismittausauton uusiminen

Tavoite

Projektin tavoitteena oli hankkia ja varustaa mittausauto sekä rakentaa ja kalibroida siihen gammaspektrometriin ihmismittauksiin soveltuva laitteisto.

Toteutus:

Kuorma-auton ja korin hankinta sekä mittausasetelman rungon asennus tapahtui vuonna 2006. Vuonna 2007 mittauslaitteistoksi asennettiin sekä tyyppijäähdytteinen että sähköjäähdytteinen puolijohdeilmaisin ja DSPEC-analysaattorit. Ilmaisimet kalibroitiin ihmismittauksille.

Tuloksista tiedottaminen ja tulosten hyödyntäminen:

Projektin tuloksena syntyi liikkuva mittauslaboratorio, jota käytetään palvelu-, tutkimus- ja valmiustehtävissä ihmismittausten suorittamiseen.

Yhteistyökumppanit

Korin valmistaja M-Partners Oyj

Aikataulu

Projekti on käynnistynyt vuonna 2006. Ensimmäiset mittaukset autolla suoritettiin toukokuussa 2007. Projekti muuttui ylläpidoksi 2008.

Vastuuhenkilö

Sauli Pusa

Väestön cesiummäärät ja sisäisen säteilyn aiheuttamat annokset

Tavoite

Tavoitteena on tutkia väestön ja erityisesti tavallista enemmän cesiumia ravinnosta saavien väestöryhmien sisäisen säteilyn aiheuttamien annosten muuttumista. Tällainen ruokavalio koostuu korkean laskeuman alueella runsaasta sisävesikalan, riistan, metsämarjojen ja metsäsienien sekä poronhoitoalueella poronlihan syönnistä. Muutaman vuoden välein toteutettavilla väestöryhmien mittauksilla seurataan cesium-määrien muuttumista. Tulosten avulla seurataan cesiumin poistumista kehosta ja lasketaan efektiivisiä puoliintumisaikoja eri ajanjaksoina, arvioidaan cesiumista aiheutuneet säteilyannokset ja saadaan tietoa suomalaisiin kohdistuvista suurimmista keinotekoisien nuklidien aiheuttamista sisäisistä säteilyannoksista.

Toteutus

Erityisryhmistä mitataan vuosittain liikkuvassa mittauslaboratoriossa ko. paikkakunnalla paljon luonnontuotteita syövästä keski-suomalaisista koostuva ryhmä. Ryhmä edustaa runsaasti laskeumaa saaneen alueen pienistä järvistä pyydettyä kalaa syövää väestöä. Pohjois-Lapin poronhoitajista muodostuva ryhmä mitataan liikkuvalla mittauslaitteistolla 3–5 vuoden välein. Henkilöiden käyttämistä luonnontuotteista saaduista näytteistä määritetään ^{137}Cs -pitoisuus. Lisäksi vuosittain mitataan pääkaupunkiseudun asukkaista muodostuvaa vertailuryhmää.

Tuloksista tiedottaminen ja tulosten hyödyntäminen

Tutkimustuloksia esitetään kansainvälisissä kokouksissa ja laaditaan julkaisu kansainväliseen lehteen. Tuloksia hyödynnetään arvioitaessa suomalaisten saamia säteilyannoksia.

Yhteistyökumppanit

Ei STUKin ulkopuolisia yhteistyökumppaneita.

Aikataulu

Hanke on luonteeltaan jatkuva.

Vastuuhenkilö

Maarit Muikku

Ihmisluiden ^{90}Sr - ja ^{226}Ra -määritykset

Tavoite

Tavoitteena julkaista ihmisluiden ^{90}Sr - ja ^{226}Ra -pitoisuudet tieteellisinä artikkeleina.

Toteutus

Määritykset on tehty vuosina 1969–1972 ja 1980–1982 kuolleiden ihmisten reisi-luista. Aineistona on ollut noin 200 näytettä, jotka on hankittu Oikeuslääketieteen laitokselta. Osa tuloksista on julkaistu STL-A32-raportissa, ja uudet tulokset täydentävät aikaisemmilta vuosijaksoilta (1960–1962 ja 1963–1966) julkais-tuja tuloksia.

Tuloksista tiedottaminen ja tulosten hyödyntäminen

Tulokset antavat kuvan suomalaisten ^{226}Ra :n saannista 1960–70-luvulta, jolloin porakaivovesien käyttö ei ollut yhtä yleistä kuin nykyisin. Tuloksista kirjoite-taan kaksi artikkelia kansainvälisiin tieteellisiin lehtiin. Tulokset ovat arvok-kaita kansainvälisesti, sillä UNSCEAR kokoaa eri maista julkaistuja tuloksia ihmiskehon radioaktiivisista aineista.

Yhteistyökumppanit

Oikeuslääketieteen laitos

Aikataulu

2008–2010

Vastuuhenkilö

Laina Salonen

Väestön virtsan ja hiusten uraanipitoisuus (VIHURA)

Tavoite

Tutkimuksen tavoitteena on selvittää suomalaisten virtsan ja hiusten keskimääräiset uraanipitoisuudet. Asian selvittäminen on olennaista mm. säteilytyöntekijöiden annosarvioiden takia, jotta mahdollinen työperäinen kontaminoituminen voidaan havaita.

Toteutus

Tutkimukseen osallistuvat henkilöt on valittu Väestörekisterikeskuksen tekemän painotetun tilastollisen otannan avulla. Vapaaehtoisilta, tutkimukseen suostuneilta henkilöiltä saatiin vesi-virtsä ja hiusnäytteet. Uraanimääritys virtsanäytteistä ja happoon liuotetuista hiusnäytteistä sekä tutkimukseen osallistuvien henkilöiden käyttämän talousveden uraanipitoisuus teetätettiin ICP-MS:lla palvelumittauksena. STUKissa määritettiin vesinäytteiden kokonaisalfa-aktiivisuus.

Tuloksista tiedottaminen ja tulosten hyödyntäminen

Tutkimuksen tuloksena saadaan suomalaisten virtsan ja hiusten keskimääräinen uraanipitoisuus. Tuloksia hyödynnetään myös säteilyannosten määrittämismenetelmien kehittämistyössä sekä uraanin aiheuttamien annosten arvioimisessa. Tutkimustuloksia esitetään kansainvälisissä kokouksissa ja laaditaan julkaisuja kansainväliseen lehteen.

Yhteistyökumppanit

Ei STUKin ulkopuolisia yhteistyökumppaneita.

Aikataulu

2005–2008

Vastuuhenkilö

Maarit Muikku

Suomalaisten virtsan tritiumpitoisuus (VIHURA-TRITIUM)

Tavoite

Tutkimuksessa määritettiin suomalaisten virtsan keskimääräinen ^3H -pitoisuus. Tavoitteena oli arvioida kehoon joutuneita radioaktiivisten aineiden määriä ja niistä saatavia säteilyannoksia analysoimalla radionuklidien pitoisuuksia virtsanäytteissä.

Toteutus

Suomalaisten virtsan ja hiusten uraanipitoisuustutkimukseen osallistuneilta noin 200 satunnaisesti valitulta henkilöltä analysoitiin myös virtsan tritiumpitoisuus.

Tuloksista tiedottaminen ja tulosten hyödyntäminen

Virtsan tritiumtuloksista laskettiin suomalaisten virtsan keskimääräinen tritiumpitoisuus. Näitä tietoja tarvitaan arvioitaessa työtekijöiden työperäistä altistusta. Yhteenveto suomalaisten virtsan ^3H -pitoisuuksista on hyväksytty Radiation Protection Dosimetry -lehteen.

Yhteistyökumppanit

Ei STUKin ulkopuolisia yhteistyökumppaneita.

Aikataulu

2006–2007

Vastuuhenkilö

Tarja Heikkinen

²¹⁰Po:n erittyminen virtsaan ja sisäisen säteilyn aiheuttamat annokset

Tavoite

Tavoitteena on selvittää ²¹⁰Po:n erittymistä virtsaan ennen kaikkea tavallista enemmän ²¹⁰Po:ia ravinnosta saavissa väestöryhmissä. Tällaisia väestöryhmiä muodostavat runsaasti kalaa tai poronlihaa syövät henkilöt sekä henkilöt, joiden talousvedessä on normaalia korkeampi ²¹⁰Po-pitoisuus. Lisäksi runsas tupakointi lisää ²¹⁰Po:n saantia. Tulosten avulla selvitetään poloniumin erittymistä virtsaan eri väestöryhmillä ja sitä kautta normaalia vaihtelua poloniumin erityksessä. Tutkimuksessa arvioidaan poloniumista aiheutuneet säteilyannokset ja saadaan tietoa luonnonnuklideista peräisin olevista sisäisistä säteilyannoksista.

Toteutus

Normaalia enemmän kalaa syövät henkilöt (n. 10) valitaan vapaaehtoisista runsaasti luonnontuotteita syövästä ns. keskisuomalaisryhmän jäsenistä. Ryhmän ravintotottumuksia on kokokehomittauksen yhteydessä seurattu yli kymmenen vuoden ajan ja ryhmästä voidaan valita runsaasti kalaa syöviä henkilöitä. Runsaasti poronlihaa syöviä henkilöitä edustavat Rovaniemen seudun paliskuntien ja Inarin poronhoitajatutkimusryhmän vapaaehtoiset. Vastaavasti valitaan noin kymmenen henkilöä, jotka käyttävät talousvetenään runsaasti ²¹⁰Po sisältävää vettä. Henkilövalinnassa käytetään hyväksi STUKin vesitietokantoja. Lisäksi määritetään ²¹⁰Po-pitoisuus kontrolliryhmän virtsassa. Tällainen ryhmä muodostetaan STUKin henkilökunnasta.

Kaikilta tutkimushenkilöiltä pyydetään vuorokausivirtsanäyte. Heitä pyydetään myös täyttämään ravinnon kulutusta selvittävä lomake kahden viikon ajalta ennen näytteen antamista sekä henkilötietolomake. Lisäksi selvitetään tutkimukseen osallistuvien tupakointia. Kalaryhmän jäseniä pyydetään toimittamaan kalanäytteitä sekä vesinäyte ko. järvestä. Vastaavasti pororyhmän jäseniä pyydetään toimittamaan näyte ravinnoksi käyttämästään poronlihasta. Näin saadaan samalla tietoa myös ²¹⁰Po:n siirtokertoimista. Kalaryhmän näytteiden keräys/toimitus tapahtuu vuosittaisen kokokehomittauksen yhteydessä kesäkuussa, muutoin näytteiden toimitus tapahtuu postitse.

Tuloksista tiedottaminen ja tulosten hyödyntäminen

Tutkimustuloksista laaditaan julkaisu kansainväliseen lehteen.

Yhteistyökumppanit

Ei STUKin ulkopuolisia yhteistyökumppaneita.

Aikataulu

2007–2009

Vastuuhenkilö

Maarit Muikku

5.3 Aktiivisuusmääritykset

²¹⁰Po:n analysointi selektiivisellä uutolla – menetelmän validointi

Tavoite

Poloniumin määrittäminen talousvedestä on tärkeää, koska porakaivovettä käyttävien henkilöiden suurin säteilyaltistus tulee radonin jälkeen vedessä esiintyvistä poloniumista. Projektin tavoitteena on analysoida juomavesinäytteiden ²¹⁰Po-aktiivisuuspitoisuuksia menetelmällä, jolla tulos saadaan nykyistä hopealevyllä tapahtuvaa saostusta nopeammin ja edullisemmin.

Toteutus

Tutkitaan erilaisten (1–3) uuttoliuosten soveltuvuutta poloniumin määrittämiseen juomavesistä. Vedessä esiintyvä polonium uutetaan selektiiviseen uuttoluokseen. Tuloksia verrataan hopealevyllä tehtävään spontaaniin saostukseen. Mikäli menetelmä soveltuu vesien poloniumpitoisuuksien määrittämiseen, menetelmälle tehdään validointi erillisen validointisuunnitelman mukaan.

Tuloksista tiedottaminen ja tulosten hyödyntäminen

Tutkimustuloksista kirjoitetaan pro gradu ja kansainvälinen artikkeli. Tuloksia hyödynnetään STUKin tarjoamissa palvelumittauksissa, STUKin tutkimushankkeissa ja valmiustoiminnassa. Tulosten pohjalta otetaan käyttöön nopeampi ja edullisempi analyysimenetelmä vesien poloniumpitoisuuksien määrittämiseksi.

Yhteistyökumppanit

Helsingin yliopiston radiokemian laboratorio HYRL

Aikataulu

2007–2008

Vastuuhenkilö

Pia Vesterbacka

Kokonaisalfamäärityksen kalibrointi ja mittausepävarmuuden arviointi

Tavoite

Tavoitteena on saada tarkat ja monipuoliset kalibroinnit kokonaisalfamääritykselle nestetuikespektrometriaa hyväksi käyttäen, sekä pystyä määrittämään näytteen kokonaisalfa-aktiivisuus eri koktaili- ja happosuhteilla sekä erityyppisistä näytematriiseista, mm. virtsanäytteistä.

Toteutus

Asiakasnäytteitä varten kokonaisalfamittaus kalibroidaan Quantulus 1220 ja Guardian 1414 -nestetuikelaskureille. Näytteinä käytetään kahta erilaista happo/tuikeaineseosta. Tulosten perusteella arvioidaan kokonaisalfa- ja beetamittausten epävarmuutta uusimpien kansainvälisten ohjeiden mukaan. Vuonna 2008 kalibrointeja jatketaan ja tehdään yhtenäiset kalibroinnit useammalle laitteelle. Analysoidaan yhden vuoden näytteet ja arvioidaan epävarmuutta kokonaisalfatuloksille, kun mittauksissa käytetään vain yhtä standardeilla määritettyä PSA-arvoa.

Tuloksista tiedottaminen ja tulosten hyödyntäminen

Valmiustilanteessa valmiit kalibroinnit virtsanäytteiden analysoimiseksi ovat tärkeitä, koska sisäistä altistusta arvioitaessa tutkitaan virtsanäytteen aktiivisuuspitoisuus. Tätä varten tehdään kalibroinnit virtsanäytteiden kokonaisaktiivisuuden määrittämistä varten. Tulosten perusteella arvioidaan kokonaisalfa- ja beetamittausten epävarmuutta uusimpien kansainvälisten ohjeiden mukaan ja niitä hyödynnetään STUKin tarjoamissa palvelumittauksissa ja STUKin valmiustoiminnassa.

Yhteistyökumppanit

Ei STUKin ulkopuolisia yhteistyökumppaneita.

Aikataulu

2006–2009

Vastuuhenkilö

Pia Vesterbacka

Gammaspektrometrinen ja radiokemiallisten menetelmien validointi ympäristönäytteiden analysoinnissa

Tavoite

Tavoitteena on verrata luonnonnuklidien (U, Pb ja Ra) määritysmenetelmiä gammaspektrometrisesti ja radiokemiallisesti analysoituna.

Toteutus

Vuonna 2006 kerätyistä Itämeren ja Punaisen meren sedimenteistä määritetään luonnonnuklidien (U, Pb ja Ra) pitoisuudet radiokemiallisesti erotettuna ja gammaspektrometrisesti määritettynä. Saatuja tuloksia verrataan keskenään ja tehdään arvio eri menetelmillä saaduista tuloksista. Saatujen tulosten perusteella kirjoitetaan kansainvälinen artikkeli. Vuonna 2008 keskitytään tulosten analysointiin ja artikkelien kirjoittamiseen.

Tuloksista tiedottaminen ja tulosten hyödyntäminen

Tuloksia hyödynnetään STUKin tarjoamissa palvelumittauksissa ja laatujärjestelmän kehittämisessä. Tuloksista kirjoitetaan kansainvälinen artikkeli.

Yhteistyökumppanit

Egyptin yliopisto

Aikataulu

2006–2008

Vastuuhenkilö

Pia Vesterbacka

¹⁴C-määrittelyn optimointi ympäristönäytteiden analysoinnissa

Tavoite

Hankkeen tavoitteena on määrittää parhaat mahdolliset mittausolosuhteet ympäristönäytteiden ¹⁴C-määrittelyyn Sample Oxidizerin ja Quantuluksen avulla.

Toteutus

Määritetään ¹⁴C-määrittelyssä käytettävien reagenssien suhteiden ja käytettävän ympäristönäytteen näytemäärien vaikutus taustaan, mittausefektiiivisyyteen ja määrittelyrajoihin valmistamalla ja mittaamalla useita näytesarjoja.

Tuloksista tiedottaminen ja tulosten hyödyntäminen

Tutkimustuloksista kirjoitetaan kansainvälinen artikkeli ja esitetään kansainvälisessä nestetuikelaskennan konferenssissa (LSC2008) Sveitsissä. Tuloksia hyödynnetään STUKin tarjoamissa palvelumittauksissa.

Yhteistyökumppanit

Ei STUKin ulkopuolisia yhteistyökumppaneita.

Aikataulu

2007–2008

Vastuuhenkilö

Vesa-Pekka Vartti

ADAM-AASIfit-analyysiohjelman validointi vesinäytteiden kokonaisalfa-aktiivisuuksien määrittämisessä

Tavoite

Tavoitteena on validoida ADAM-analyysiohjelma niin, että sitä voidaan luotettavasti käyttää analysoitaessa vesinäytteiden kokonaisalfa-aktiivisuuksia.

Toteutus

Tutkittaviksi näytteiksi valitaan erityyppisiä porakaivovesiä, joissa on erilaiset aktiivisuustasot ja erilaiset radionuklidikoostumukset. Ensimmäisessä vaiheessa tutkitaan, kuinka saadaan valmistettua mahdollisimman tasalaatuinen mittauspreparaatti. Sen jälkeen valitaan satunnaisesti 50–100 palvelumittauksiin tulevaa vesinäytettä. Vesinäytteistä tehdään mittauspreparaatti haihduttamalla 15 ml vettä teräslevylle. Näyte mitataan AlphaAnalyst-alfaspektrometrillä yhden viikon ajan. Samoista vesinäytteistä tehdään kokonaisalfamääritys nestetuikemenetelmällä. Alfaspektrometrillä mitatut spektrit analysoidaan ADAM-analyysiohjelmalla, jonka tuloksia verrataan nestetuikemenetelmällä saatuihin tuloksiin. ADAM-analyysiohjelmalla. ADAM-analyysiohjelmalla saadaan nykyiseen kokonaisalfamittaukseen verrattuna enemmän nuklidispesifistä tietoa.

Tuloksista tiedottaminen ja tulosten hyödyntäminen

ADAM analyysiohjelmalla saadaan nykyiseen kokonaisalfamittaukseen verrattuna enemmän nuklidispesifistä tietoa. ADAM analyysiohjelmaa hyödynnetään STUKin tarjoamissa palvelumittauksissa ja STUKin valmiustoiminnassa. Tulosten perusteella tehdään erillinen validointiraportti ja kirjoitetaan kansainvälinen artikkeli.

Yhteistyökumppanit

Ei STUKin ulkopuolisia yhteistyökumppaneita.

Aikataulu

2007–2008

Vastuhenkilö

Roy Pöllänen

^{226}Ra - ja ^{228}Ra -määritysmenetelmän testaus ympäristönäytteistä

Tavoite

Tavoitteena on validoida analyysimenetelmä, jolla pystytään määrittämään samanaikaisesti ^{226}Ra - ja ^{228}Ra -aktiivisuuspitoisuuksia ympäristönäytteistä. Nykyisin käytössä oleva menetelmä ^{228}Ra :lle ei sovellu matalien aktiivisuuspitoisuuksien, alle 10 mBq, määrittämiseen. Kokonaisalfamäärityksestä laskettu ^{226}Ra -menetelmä soveltuu ainoastaan näytteille, joissa ei ole väriä, eikä näin olleen kaikille ympäristönäytteille.

Toteutus

Selvitetään kirjallisuuden perusteella ^{226}Ra - ja ^{228}Ra -määritykseen soveltuvia analyysimenetelmiä. Yhtenä vaihtoehtona radiokemiallisen määrityksen sijaan selvitetään, voidaanko gammamittauspurkki pakata niin tiiviisti että radonin vuoto jää sen verran pieneksi, että ^{226}Ra -pitoisuus voidaan määrittää radonin tytärnuklidien kautta. Tutkitaan kalvomateriaaleja, joissa kaasuvuoto (esim. happi) on mahdollisimman alhainen ja jotka soveltuvat vakuumlaitteella pakattavaksi. Soveltuvien radiokemialliseen erottamiseen perustuva menetelmä testataan ensin käyttäen merkkiaineita (^{226}Ra ja mahdollisesti ^{228}Ra). Mikäli menetelmä havaitaan toimivaksi, sille tehdään validointi erillisen validointisuunnitelman mukaan.

Tuloksista tiedottaminen ja tulosten hyödyntäminen

Tuloksia hyödynnetään STUKin tarjoamissa palvelumittauksissa mm. vesilaitoksille tarjottavissa määrityksissä ja STUKin tutkimushankkeissa tehtävissä määrityksissä.

Yhteistyökumppanit

Ei STUKin ulkopuolisia yhteistyökumppaneita.

Aikataulu

2007–2009

Vastuuhenkilö

Pia Vesterbacka

Radontuottomittaus nestetuikemenetelmällä

Tavoite

Projektin tarkoituksena oli kehittää luotettava ja yksinkertainen menetelmä radontuoton mittaamiseen maa-aineksesta.

Toteutus

Kehitetyssä menetelmässä avoimessa tuikepullossa oleva nestetuikeliuos laiteetaan lasipulloon maa-aineksen kanssa ja suljetaan radontitiiviisti kumikorkilla. Tällöin radonpitoisuus pullossa kasvaa ja osa radonista absorboituu tuikeliuokseen. Yhdestä kolmeen viikon kuluttua tuikepullo otetaan ulos ja nestetuikeaineeseen liennut radon mitataan nestetuikelaskurilla. Tehtyjen kalibrointien perusteella näytteelle voidaan näin laskea radontuotto.

Nestetuikemenetelmä on nopeampi kuin tähän mennessä käytetyt menetelmät, joissa tuloksen saaminen kestää kolme viikkoa. Nestetuikemenetelmä on myös tähän mennessä ollut yleisesti ottaen luotettavampi kuin muut ja sillä päästään aiempaa matalampiin määritysrajoihin.

Tuloksista tiedottaminen ja tulosten hyödyntäminen

Menetelmä palvelee täyttösoranäytteiden radontuottomittausten tutkimusta ja palvelumittauksia ja se on otettu käyttöön STUKin nuklidianalytiikan laboratoriossa. Käsikirjoitus kansainväliseen lehteen on lähetetty.

Yhteistyökumppanit

Ei STUKin ulkopuolisia yhteistyökumppaneita.

Aikataulu

2003–2008

Vastuuhenkilö

Tuukka Turtianen

Veden radonin mittausmenetelmien vertailu

Tavoite

Tavoitteena on verrata STUKissa kehitettyä veden radonpitoisuuden määrittämiseen käytettyä nestetuikemenetelmää maailmalla yleisemmin käytettyyn samantyyppiseen menetelmään.

Toteutus

Alkuperäisenä tavoitteena on ollut verrata STUKissa kehitettyä veden radonpitoisuuden määrittämiseen käytettyä nestetuikemenetelmää maailmalla yleisemmin käytettyyn samantyyppiseen menetelmään (ASTM standardi D 5072-98) ja kirjoittaa siitä tieteellinen artikkeli kansainvälisiin lehtiin. Kokeelliset vertailumittaukset tehtiin vuosina 2003–2005 sekä radonpitoisella vedellä että kalibroimalla kumpikin menetelmä ^{226}Ra -standardin avulla. Tulokset eivät olleet täysin yhtäpitäviä. Lisämittauksissa osoitettiin että ^{226}Ra -standardissa epäpuh-
tautena oleva ^{210}Pb ja sen jälkeläiset tytärnuklidit olivat aiheuttaneet virheen ASTM-standardin mukaisen menetelmän kalibrointeihin. Aiempien julkaisujen mukaan näin ei pitänyt olla.

Tuloksista tiedottaminen ja tulosten hyödyntäminen

Tulosten pohjalta kirjoitetaan kaksi tieteellistä artikkelia:

1. Calibration of the direct LSC method for radon in drinking water: Interference from ^{210}Pb and its progenies accumulated in ^{226}Ra standard solution
2. Comparison of two direct LSC methods for radon in drinking water using alpha/beta liquid scintillation spectrometry.

Yhteistyökumppanit

Ei STUKin ulkopuolisia yhteistyökumppaneita.

Aikataulu

2003–2008

Vastuuhenkilö

Laina Salonen

5.4 Säteilytyslaitteistot

Kollimoidun α -partikkelilähteen kehittäminen kudosten pistesäteilytyksiä varten STUKiin

Tavoite

²³⁸Pu-isotooppi -laajakenttälaitteistoon lisätään mahdollisuus tehdä kapeakenttä-säteilytyksiä epäsuorien säteilyvaikutusten tutkimiseksi. Lisäksi rakennetaan pidikkeitä ja muita apuvälineitä keinotekoisille ihmisen keuhkoepiteelikudoksille ns. microbeam-säteilytyksiä varten.

Toteutus

Olemassa oleva leveäkenttälaitteisto varustetaan kollimaattorisysteemillä ja X-Y-suunnissa liikkuvalla tasolla, joka mahdollistaa säteilytyksen paikallistamisen μm :n tarkkuudella biologisille näytteille (kudokset ja konfluentit soluviljelmät).

Kollimaattorin tärkein osa on kaksikerroksinen metallikalvo, jonka keskellä on halkaisijaltaan 1 μm :n suuruinen aukko. Lähteen aktiivisuus on $1,1 \times 10^9$ Bq (30 mCu), jolla saavutetaan tarpeeksi voimakas α -partikkelivuo. Pyrimme aikaansaamaan 10–20 μm :n suuruisen kentän pistesäteilytyksissä. Kollimaattorin valmistaa VTT käyttäen laserporaustekniikkaa. Tietokoneohjattu X-Y-suunnassa liikkuva taso rakennetaan perustuen mikroskooppitasoon (Cheos, Suomi) käyttäen erityistä ohjelmistoa ja tietokoneohjainta (Cheos, Suomi). Alfapartikkelilaskimen valmistaa STC ”RADEK”, Venäjä.

Valmiina olevat kudossäteilytysalukset on kehitetty yhteensopiviksi GCI:n microbeam-laitteiston (Gray Cancer Institute) ja Millicell-CM-kudosviljelyinserttien kanssa. Keinotekoiset ihmisen kudokset kasvavat membraanilla insertin pohjalla ja ne säteilytetään alapuolelta membraanin läpi. EpiAirway-kudokset taas toimitetaan Snapwell-kudosinserteillä, joissa on 11 μm :n kokoinen polykarbonaatti-membraanipohja. Tämä vaatii uusien pidikkeiden kehittämisen, joita voidaan käyttää myös Leipzigin yliopiston microbeam-laitteistossa.

Tuloksista tiedottaminen ja tulosten hyödyntäminen

Tuloksia hyödynnetään osana NOTE-hanketta ja ne raportoidaan sen yhteydessä.

Yhteistyökumppanit

VTT

Aikataulu

2006–2010

Vastuuhenkilö

Oleg Belyakov

Termostaatilla varustetun säteilytysvesihauteen rakentaminen verinäytteille ja soluviljelmille gammasäteilytyksiä varten

Tavoite

Rakennetaan pitempiketoisia gammasäteilytyksiä varten termostaatilla varustettu säteilytysvesihaute verinäytteille ja soluviljelmille.

Toteutus

Käytetään STUKin dosimetrialaboratorion gammasäteilytyslaitteistoa. Kudoksen omainen säteilytyssysteemi koostuu vedellä täytetystä säiliöstä, jossa on säädettyä termostaatti. Säteilytyksissä on mahdollisuus käyttää erikokoisia näytepulloja ja -putkia. Säteilytyssysteemillä saavutetaan tarkemmat annostarkkuudet ja annos jakautuu tasaisemmin näytteeseen. Hauteessa näytteet voidaan säteilyttää *in vivo* -kaltaisissa olosuhteissa. Tämä laitteisto mahdollistaa myös pitempiketoiset säteilytykset sekä alhaisemmat annokset.

Tuloksista tiedottaminen ja tulosten hyödyntäminen

Rakennettu säteilytyssysteemi mahdollistaa edellä mainitun tyyppiset tutkimukset. Systeemiä on käytetty ja tullaan käyttämään STUKin säteilybiologian laboratorion projekteissa.

Yhteistyökumppanit

Ei STUKin ulkopuolisia yhteistyökumppaneita.

Aikataulu

2007

Vastuuhenkilöt

Oleg Belyakov ja Asko Turunen

6 Säteilyn käyttöön liittyvä tutkimus

Lasten röntgentutkimusten säteilyannosten määrittäminen

Tavoite

Tavoitteena on määrittää lapsipotilaille aiheutuvat efektiiviset annokset lasten yleisimmissä röntgentutkimuksissa.

Toteutus

Efektiiviset annokset määritetään lasten yleisimmissä röntgentutkimuksissa. Selvitetään käytössä olevien menetelmien virhelähteet ja tehdään epävarmuusarviot. Tuloksia verrataan kansainvälisesti julkaistuihin tietoihin.

Tuloksista tiedottaminen ja tulosten hyödyntäminen

Tulokset julkaistaan kansainvälisessä lehdessä. Tutkimuksen avulla saadaan säteilyn käytön valvonnan tarvitsemaa perustietoa lasten röntgentutkimusten säteilyannosten tasosta ja lasten röntgentutkimusten optimointimenetelmistä. Tuloksia voidaan myös käyttää hyväksi vaihtoehtoisten tutkimusmenetelmien valinnassa.

Yhteistyökumppanit

Lasten röntgentutkimusyksiköt Suomessa

Aikataulu

2008

Vastuuhenkilö

Timo Kiljunen

Tykösädehoidon dosimetrian kehittäminen

Tavoite

Tavoitteena on tykösädehoidon annosjakaumien verifiointiin soveltuvan mittausmenetelmän (säteilyn ilmaisin ja mittausfantomi) kehittäminen ^{191}Ir - ja ^{125}I -tyköhoidon lähteille. Työ on osa yhteisrahoitteista kansainvälistä EMRP-projektia (European Metrology Research Programme; "Increasing cancer treatment efficacy using 3D brachytherapy"), jonka tavoitteena on metrologian ja dosimetrian kehittäminen tykösädehoidon tekniikoita varten.

Toteutus

Mittauksissa käytetään radiokromi- ja tuikeilmaisimia ja ^{125}I -silmäaplikaattoreille myös puolijohdeilmaisimia. Ensi vaiheessa määritetään radiokromi-, tuike- ja puolijohdeilmaisinten energia- ja annosvastekäyrät tarkasteltavalla energia-alueella ja annosnopeusalueella, joka ulottuu taustasäteilyn annosnopeudesta arvoon 20 Gy/min. Toisessa vaiheessa mitataan ^{191}Ir - ja ^{125}I -lähteiden 2D- ja 3D-annosjakaumia gynekologisen sädehoidon fantomissa. Mitattuja annosjakaumia verrataan Monte Carlo-ohjelmalla laskettuihin annosjakaumiin valituissa tapauksissa.

Tuloksista tiedottaminen ja tulosten hyödyntäminen

Tulokset julkaistaan projektin raporteissa ja kansainvälisessä lehdessä (1–2 julkaisua). Tuloksia esitellään lisäksi projektin yhteydessä pidettävissä kansainvälisissä kokouksissa ja muissa alan kongresseissa. Projektin avulla saadaan tykösädehoidon viranomaisvalvontaa varten tietoa mittausmenetelmien tarkkuudesta ja luotettavuudesta sekä luodaan menettely gynekologisen sädehoidon ja silmän tykösädehoidon annosjakaumien verifiointimittauksiin.

Yhteistyökumppanit

Physikalisch-Technische Bundesanstalt, PTB, Saksa; National Physical Laboratory, NPL, Iso-Britannia; Ente per le Nuove tecnologie, l'Energia e l'Ambiente, INMRI-ENEA, Italia (koordinaattori); Laboratoire National Henry Becquerel, LNE-LNHB, Ranska; Bundesamt für Eich- und Vermessungswesen, BEV, Itävalta; Swedish Radiation Protection Authority, SSI, Ruotsi; Instituto Tecnológico e Nuclear, LMRI-ITN, Portugali sekä Czech Metrology Institute – Inspectorate for Ionising Radiation, CMI, Tšekki.

Aikataulu

2008–2011

Vastuuhenkilö

Hannu Järvinen

IMRT-hoidon annosjakaumien mittausten menetelmien kehittäminen

Tavoite

Tavoitteena on annosjakaumien verifiointiin soveltuvan mittausmenetelmän (säteilyn ilmaisin ja mittaustantomi) kehittäminen eturauhasen syövän IMRT (Intensity Modulated Radiation Therapy)-sädehoitoa varten. Työ on osa yhteisrahoitteista kansainvälistä EMRP-projektia (European Metrology Research Programme; ”External Beam Cancer Therapy”), jonka tavoitteena on metrologian ja dosimetrian kehittäminen moderneja ulkoisen sädehoidon tekniikoita varten.

Toteutus

Projektissa testataan IMRT-sädehoitokeiloissa projektissa valittuja ja laboratorio-oloissa testattuja mittausmenetelmiä. Erityisesti selvitetään radiokromifilmin (GafChromic) käyttöä mittauksissa sekä mittauksiin soveltuvan fantomin materiaaleja ja rakennetta. Eri menetelmillä mitattuja annosjakaumia verrataan sekä keskenään että Monte Carlo menetelmällä laskettuihin annosjakauksiin valituissa prostatan IMRT-hoidon säteilykeiloissa ja säteilytysgeometrioissa. Tuloksia verrataan myös sädehoidon annossuunnittelujärjestelmän (järjestelmien) antamiin tuloksiin. Menetelmien soveltuvuutta arvioitaessa perusteena käytetään laboratoriotesteistä ja käytännön olosuhteissa tehdyissä mittauksissa saatuja mittausepävarmuuksia ja menetelmien yleistä käyttökelpoisuutta käytännön mittausolosuhteissa. STUK on mittausmenetelmien käytännön testausta koskevan työpaketin vetäjä.

Tuloksista tiedottaminen ja tulosten hyödyntäminen

Tulokset julkaistaan projektin raporteissa ja kansainvälisissä tieteellisissä lehdissä. Tuloksia esitellään lisäksi projektin yhteydessä pidettävissä kansainvälisissä kokouksissa ja muissa alan kongresseissa. Projektin avulla saadaan sädehoidon viranomaisvalvontaa varten tietoa mittausmenetelmien tarkkuuksista ja luodaan menettely IMRT-hoidon verifiointimittauksia varten.

Yhteistyökumppanit

Laboratoire National Henry Becquerel, LNHB, Ranska; Physikalisch-Technische Bundesanstalt, PTB, Saksa (koordinaattori); Ente per le Nuove tecnologie, l’Energia e l’Ambiente, ENEA, Italia; Istituto Nazionale de Ricerca Metrologica, INRIM, Italia; NMi Van Swindon Laboratorium, NMi, Alankomaat; Instituto Tecnológico e Nuclear, ITN, Portugali; Slovak Institute of Metrology, SMU, Slovakia; Ulusal Metroloji Enstitüsü, UME, Turkki sekä National Physical Laboratory, NPL, Iso-Britannia.

Aikataulu

2008–2011

Vastuuhenkilö

Antti Kosunen

Henkilökunnan tutkimuskohtaiset säteilyannokset toimenpideradiologiassa

Tavoite

Tutkimuksen tavoitteena on selvittää toimenpideradiologiassa ja kardiologiassa henkilökunnan saamia säteilyannoksia tutkimuskohtaisesti, sekä eri työvaiheiden osuutta henkilökunnan annokseen (läpivalaisu/kuvaus). Lisäksi selvitetään henkilödosimetrien ominaisuuksia erityisesti pienten annosten mittauksissa.

Toteutus

Henkilökunnan säteilyannoksia mitataan tutkimuskohtaisesti sairaaloissa. Mittaustuloksia verrataan tutkimustyypeittäin ja vastaaviin muihin tutkimuksiin. Henkilödosimetrien sekä sormi- ja rannedosimetrien ominaisuuksia tutkitaan STUKin mittanormaalilaboratoriossa.

Tuloksista tiedottaminen ja tulosten hyödyntäminen

Tuloksia hyödynnetään henkilökunnan säteilyaltistuksen arvioinnissa sekä STUKin säteilyn käytön valvonnan kehittämisessä.

Yhteistyökumppanit

HUS, KYS, PHKS, Rados ja Doseco.

Aikataulu

2007–2008

Vastuuhenkilö

Teuvo Parviainen

Sidosryhmien osallistuminen radioaktiivista kierrätysmetallia koskevaan päätöksentekoon

Tavoite

Tavoitteena on parantaa viranomaisvalvonnasta vapautettujen aktivoituneiden ja kontaminoituneiden metallien uudelleenkäytön ja kierrätyksen turvallisuutta kehittämällä sidosryhmien päätöksentekoon osallistumista tukevia menetelmiä ja parantamalla päätöksenteon avoimuutta. Työ on osa Manchesterin Yliopistossa suoritettavaa Master of Philosophy -tutkintoa.

Toteutus

Aktivoituneiden ja kontaminoituneiden metallien uudelleenkäyttöä ja kierrätystä koskevan päätöksenteon menetelmät arvioidaan sekä kirjallisuustutkimuksen että kyselyiden avulla. Menetelmiä verrataan muussa säteilyn käytön valvonnassa sovellettuihin sidosryhmien osallistumista tukeviin menetelmiin. Tutkinnon osana osallistutaan lisäksi yhdelle tai kahdelle yliopiston järjestämälle kurssille sekä aihetta käsitteleviin kansainvälisiin seminaareihin.

Tuloksista tiedottaminen ja tulosten hyödyntäminen

Tulokset esitetään projektiraporteissa ja mahdollisesti yhdessä kansainvälisessä julkaisussa sekä Master of Philosophy -lopputyössä. Projektin tulosten avulla pyritään parantamaan STO:n ammattitaitoa päätöksenteon tukijärjestelmissä. Tulosten perusteella laaditaan toimintasuunnitelma siitä, miten säteilyn käytössä matalasti aktivoituneiden ja kontaminoituneiden metallien kanssa pitäisi tulevaisuudessa toimia. Sidosryhmien osallistumista tukevista menetelmistä saadun kokemuksen toivotaan parantavan päätöksenteon avoimuutta myös viranomaisvalvonnassa.

Yhteistyökumppanit

Manchester University, School of Science and Engineering ja Manchester Business School.

Aikataulu

2007–2009

Vastuuhenkilö

Markku Koskelainen

7 Ionisoimaton säteily

Laskennallisten SM-kenttien dosimetrian ohjelmistokehitys (EMSOFI)

Tavoite

EMSOFI on TEKES-hanke, jossa STUK tutkii mittauksin ja dosimetrinen laskelmin altistumista tukiasemien lähikentissä. Hankkeen tavoitteena on määrittää turvaetäisyyksiä erilaisille tukiasema-antenneille.

Toteutus

Kehitetään ohjelmistoja sähkömagneettisten kenttien simulointiin ja altistumisen määrittämiseen tukiasema-antennien lähikentässä. Ohjelmistojen toimivuus testataan vertaamalla laskettuja tuloksia mitattuihin tuloksiin. Varmistetuilla ohjelmistoilla laskettujen tulosten perusteella johdetaan yksinkertaisia kaavoja turvaetäisyyksien laskemiseksi erilaisten antennien tapauksessa. Lisäksi kehitetään ohjelmisto, joka tekee magneettikuvauslaitteella ja tietokonetomografialla saaduista kuvista automaattisesti ihmiskehon numeerisen realistisen mallin.

Tuloksista tiedottaminen ja tulosten hyödyntäminen

Tärkeimmät tulokset julkaistaan alan tieteellisissä lehdissä. Tuloksia hyödynnetään sellaisessa kansainvälisessä standardisointityössä, jossa kehitetään menetelmiä altistumisen määrittämiseksi tukiasema-antennien aiheuttamille sähkömagneettisille kentille.

Yhteistyökumppanit

Nokia-yhtymä (koordinaattori), Teknillisen korkeakoulun Sähkömagneetiikan laboratorio, Tieteen tietotekniikan keskus CSC, Tampereen teknillisen yliopiston Ragnar Granit -instituutti.

Aikataulu

2006–2007

Vastuuhenkilö

Lauri Puranen

Matkapuhelinjärjestelmien radiotaajuussäteilyn vaikutukset aivojen sähköiseen toimintaan – altistuslaitteiston kehittäminen (HERMO)

Tavoite

Kehitetään laitteisto, jolla porsaan päätä altistetaan GSM-matkapuhelimen aiheuttamalle sähkömagneettiselle kentälle 900 MHz taajuusalueella. Altistustaso määritetään mahdollisimman tarkasti dosimetrisilla mittauksilla ja laskennalla.

Toteutus

Porsaan pään altistamiseen kehitettiin puolialtodipoli, joka oli viritetty toimimaan porsaan pään lähellä 900 MHz taajuusalueella tapahtuvassa altistuksessa. Dipoliin syötetty teho mitattiin tehomittarilla. Porsaan päähän absorboituva teho (SAR) määritettiin mittaamalla porsaan päätä jäljittelevän homogeenisen fantomin SAR-jakauma, kun fantomia säteilytettiin dipoliantennilla. Lisäksi SAR laskettiin tietokoneella FDTD-menetelmällä käyttämällä numeerista heterogeenista ja homogeenista porsaan pään mallia.

Tuloksista tiedottaminen ja tulosten hyödyntäminen

Altistuslaitteiston kehittämisestä ja dosimetrisesta tutkimuksesta tehty käsikirjoitus julkaistaan Bioelectromagnetics-lehdessä vuonna 2008. Laitteistoa on käytetty Tampereen teknillisen yliopiston biologisessa tutkimuksessa, joka liittyy matkapuhelintyyppisen säteilyn vaikutuksiin aivojen sähköiseen toimintaan.

Yhteistyökumppanit

Kuopion yliopisto (koordinaattori), Tampereen teknillinen yliopisto, Tampereen yliopisto ja VTT.

Aikataulu

2004–2007

Vastuhenkilö

Lauri Puranen

Matkapuhelinsäteilyn vaikutus elävän ihon proteiineihin (HERMO-SKIN, dosimetrinen osuus)

Tavoite

Kehitetään 900 MHz taajuusalueella toimiva laitteisto, jolla voidaan altistaa koehenkilöiden kyynärvarren ihoa GSM-matkapuhelimen sähkömagneettiselle kentälle. Altistustaso määritetään mahdollisimman tarkasti dosimetrisilla mittauksilla ja laskennalla.

Toteutus

Koehenkilöiden kyynärvarren ihon altistamiseen käytettiin HERMO-hankkeessa aiemmin porsaan pään altistamiseen kehitettyä laitteistoa. Kyynärvarteen absorboituvan tehon (SAR) jakauma määritettiin mittaamalla SAR-mittauslaitteistolla kyynärvartta jäljittelevää homogeenista sylinterifantomia ja yksinkertaistulla kerrosmaisella numeerisella kyynärvarren sylinterimallilla suoritettulla FDTD-laskennalla.

Tuloksista tiedottaminen ja tulosten hyödyntäminen

Altistuslaitteiston kehittämisestä ja dosimetrisesta tutkimuksesta tehty käsikirjoitus julkaistiin Bioelectromagnetics-lehdessä vuonna 2007. Laitteistoa on käytetty Säteilyturvakeskuksen säteilybiologian laboratorion biologisessa tutkimuksessa.

Yhteistyökumppanit

Kuopion yliopisto

Aikataulu

2005–2007

Vastuhenkilö

Lauri Puranen

Väestön altistuminen radiotaajuiselle säteilylle – kirjallisuustutkimus

Tavoite

Tehdään viestintää tukeva selvitys väestön altistumisesta radiotaajuiselle säteilylle, selvitetään yleisimpien radiotaajuisen säteilyn lähteiden aiheuttama taustakenttä erilaisissa asuinympäristöissä sekä kootaan tietoa yleisessä käytössä olevien radiolaitteiden aiheuttamasta altistumisesta tyypillisissä käyttötilanteissa.

Toteutus

Tehdään laaja kirjallisuuskatsaus, jossa selvitetään käytössä olevat radiotaajuisen säteilyn lähteet sekä niiden aiheuttama altistuminen. Täydennetään saatavilla olevaa tietoa omilla mittauksilla mm. yleisradiolähettimien ja matkapuhelintukiasemien aiheuttamista kentänvoimakkuuksista erilaisissa asuinympäristöissä.

Tuloksista tiedottaminen ja tulosten hyödyntäminen

Laaditaan lähinnä ammattilaisille suunnattu tekninen raportti, johon kootaan kirjallisuuskatsauksessa saadut tiedot ja mittaustulokset. Raportti julkaistaan STUKin TR- tai A-sarjassa. Tämän lisäksi laaditaan kiinnostavimpien tulosten pohjalta kansantajuinen katsaus, jota voidaan hyödyntää yleisölle suunnatussa viestinnässä.

Yhteistyökumppanit

Projekti toteutetaan STUKin omilla resursseilla. Tiedon keruussa hyödynnetään mm. Työterveyslaitoksen ja Digita Oy:n keräämää aineistoa.

Aikataulu

2007–2008

Vastuuhenkilö

Tommi Toivonen

Fysikaalisten hättatekijöiden direktiivin jäljitettävät kentänvoimakkuus- ja SAR-mittaukset (EMRP-NIR)

Tavoite

Tavoitteena on sähkömagneettisten kenttien kentänvoimakkuus- ja SAR-mittausten jäljitettävyyden parantaminen

Toteutus

Kehitetään laitteistot SAR-mittapäiden kalibrointiin alle 400 MHz taajuuksilla ja RF-virranmittauslaitteiden kalibrointiin taajuuksilla 1–50 MHz.

Tuloksista tiedottaminen ja tulosten hyödyntäminen

Tärkeimmät tulokset julkaistaan alan tieteellisissä lehdissä. Kehitettyjä kalibrointimenetelmiä käytetään mittauslaitteiden kalibrointiin.

Yhteistyökumppanit

Physikalisch-Technische Bundesanstalt, Saksa; National Physical Laboratory, Iso-Britannia; Laboratoire National de Métrologie et d'Essais, Ranska; National Institute of Metrological Research, Italia; NMI Van Swinden Laboratorium, Alankomaat; sekä TÜBİTAK Ulusal Metroloji Enstitüsü, Turkki.

Aikataulu

2008–2011

Vastuhenkilö

Lauri Puranen

Magneettikenttien turvallisuus sähköjakeluverkon keskuksissa (MF Safety)

Tavoite

Arvioidaan laskennallisesti yksinkertaistetussa tapauksessa kiinteistömuuntamossa työskentelevän henkilön kehoon indusoituva suurin virrantiheys.

Toteutus

Kaupallisten laskentaohjelmistojen soveltuvuutta indusoituvan virrantiheyden laskentaan testataan. Kaupallisen ohjelmiston soveltuessa laskentaan tehdään laskentamalli yksinkertaistetulle altistumistilanteelle ja testataan laskentamalli, minkä jälkeen lasketaan kehoon indusoituva virrantiheys. Laskentatulosten perusteella arvioidaan, miten paljon magneettivuon tiheytenä määritelty toiminta-arvo voi paikallisesti ylittyä, jotta virrantiheytenä määritettyä altistumisen perusrajoitus ei ylity.

Tuloksista tiedottaminen ja tulosten hyödyntäminen

Tärkeimmät tulokset julkaistaan alan tieteellisissä lehdissä. Laskentatuloksia voidaan hyödyntää sähköjakelukeskuksissa työskentelyn riskinarvioinnissa.

Yhteistyökumppanit

Teknologiakeskus Hermia Oy (koordinaattori), Tampereen teknillinen yliopisto, Työterveyslaitos, sähköverkkoyhtiöitä ja teollisuusyrityksiä.

Aikataulu

2008

Vastuuhenkilö

Lauri Puranen

STUK-A-sarjan julkaisuja

STUK-A230 Salomaa S, Sirkka L (toim.).
Tutkimushankkeet 2006–2008.
Helsinki 2008

STUK-A229 Arvela H, Reisbacka H.
Asuntojen radonkorjaaminen.
Helsinki 2008

STUK-A228 Toivonen H, Lahtinen J,
Pöllänen R (toim.). Säteilyyn liittyvät
uhkakuvat – Ydinvoimalaturma.
Helsinki 2008

STUK-A227 Ilus E, Klemola S,
Vartti V-P, Mattila J, Ikäheimonen
TK. Monitoring of radionuclides in the
vicinities of Finnish nuclear power
plants in 2002–2004. Helsinki 2008

STUK-A226 Sinkko K, Ammann M,
Hämäläinen RP, Mustajoki J. Facilitated
workshop – A participatory method for
planning of countermeasures in case of
a nuclear accident. Helsinki 2008.

STUK-A225 Vesterbacka P, Turtiainen
T, Hämäläinen K, Salonen L, Arvela H.
Avlägsnande av radionuklider från
hushållsvatten. Helsingfors 2008.

STUK-A224 Kuukankorpi S,
Toivonen H, Moring M, Smolander P.
Mobile spectrometry system for source
finding and prompt reporting.
Helsinki 2007.

STUK-A223 Jussila P. Thermomechanics
of swelling unsaturated porous media.
Compacted bentonite clay in spent fuel
disposal. ScD Thesis. Helsinki 2007.

STUK-A222 Hutri K-L. An approach to
palaeoseismicity in the Olkiluoto (sea)
area during the early Holocene. PhD
thesis. Helsinki 2007.

STUK-A221 Valmari T, Arvela H,
Reisbacka H. Päiväkotien radonkartoitus.
Helsinki 2007.

STUK-A220 Karppinen J, Järvinen H.
Tietokonetomografialaitteiden käytön
optimointi. Helsinki 2006.

STUK-A219 Tapiovaara M.
Relationships between physical
measurements and user evaluation of
image quality in medical radiology
– A review. Helsinki 2006.

STUK-A218 Ikäheimonen TK, Klemola
S, Ilus E, Vartti V-P, Mattila J. Monitoring
of radionuclides in the vicinities of
Finnish nuclear power plants in
1999–2001. Helsinki 2006.

**STUK-A-raportit STUKin
verkkosivuilla:**

*[http://www.stuk.fi/julkaisut_maaraykset/
fi_FI/listaus/?sarja=STUK-A](http://www.stuk.fi/julkaisut_maaraykset/fi_FI/listaus/?sarja=STUK-A)*



Laippatie 4, 00880 Helsinki
Puh. (09) 759 881, fax (09) 759 88 500
www.stuk.fi

ISBN 978-952-478-377-4

ISSN 0781-1705

Editä Prima Oy, Helsinki 2008